

**Master Tecnologías de Información
Geográfica**

Facultad de Geografía e Historia

2013

**Usos del suelo en Lanzarote mediante
TIGs: revisión y análisis del Corine Land
Cover y actualización de clases**



**Universidad
Complutense de Madrid
Cristina Pérez López
Tutora de proyecto:
M^a Eugenia Pérez González**

Índice

1.Introducción	4
2.Objetivos	4
3.Localización	5
4.Geología	5
5.Relieve y paisaje	7
6.Clima	11
7.Red hidrográfica	13
8.Vegetación	14
9.Fauna	15
10.Figuras de Protección y marco legal	15
11.Economía	19
12.Asentamientos urbanos	20
13.Metodología	23
14.Resultados.....	25
14.1.Estudios basándonos en teledetección	40
15.Conclusiones.....	49
16.Bibliografía	50

Índice de Figuras

1.Localización de Lanzarote	5
2.Geología de Lanzarote	6
3.Litología de Lanzarote	7
4.Modelo Digital del Terreno	8
5. Combinación de bandas 5-4-3	9
6. Combinación de bandas 5-4-3	9
7. Combinación de bandas 4-3-2	10
8. Combinación de bandas 6-4-2	10
9.Combinación de bandas 7-4-2	10
10.Clasificación de Köppen	11
11.Calima	12
12.Cuencas hidrográficas	13
13.Mapa de Series de Vegetación	14

14.LICs	17
15.ZEPAs	18
16.Espacios Naturales Protegidos	19
17.Asentamientos urbanos y conectividad en Lanzarote	21
18. Pirámide de Población	22
19.Población	22
20.Diagrama de sectores	23
21.Corine Land Cover 1990	25
22.Caso 1 (1990)	26
23.Perfil espectral (caso 1)	23
24.Caso 2 (1990)	28
25. Perfil espectral (caso 2).	28
26. Caso 3 (1990)	29
27.Perfil espectral (caso 3)	30
28.Corine Land Cover 2000	30
29. Caso 1 (2000)	31
30. Fotografías propia	31
31.Caso 2 (2000)	32
32.Caso 3 (2000)	33
33.Caso 4 (2000)	34
34.Imagen (caso 4)	34
35.Fotografía propia	34
36.Corine Land Cover 2006	35
37.Caso 1 (2006)	36
38.Caso 2 (2006)	37
39.Caso 3 (2006)	38
40. Imagen (caso 3).....	38
41.Caso 4 (2006)	39
42.Imagen (caso 4).....	39
43. Índice IR/R.....	40
44. Índice IR/R.....	40
45. NDVI.....	40
46. IHS to RGB	41
47. Análisis de componentes principales	41

48. Análisis de componentes principales	42
49. Usos de suelo 2011	42
50.Figura 50	43
51.Figura 51.....	43
52.Figura 52	44
53.Figura 53	44
54.Figura 54.....	45
55.Figura 55	45
56. Cambios (1990-2000)	46
57.Cambios (2000-2006)	47
58. Cambios (1990-2011)	48

1. Introducción:

A lo largo de los años, el uso del suelo ha sido para el hombre un tema relevante. Ya sea por la función de éste en la nutrición (biodisponibilidad de micronutrientes), o por su función como soporte de edificaciones y su respectiva propiedad.

En 1985 se publica una decisión del Consejo de Ministros de la Unión Europea que comienza con el programa CORINE (Coordination of Information of the Environment). Este programa consistía en la realización de un proyecto experimental para la recopilación, la coordinación y la homogenización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en la Comunidad.

Por lo tanto, se inicia el proyecto CORINE Land Cover (CLC) llevado por la Agencia Europea del Medio Ambiente. Se creó con el objetivo de tener una base de datos europea de ocupación del suelo a escala 1:100.000. Su elaboración ha ayudado a hacer todo tipo de estudios y análisis territoriales.

En algunos territorios no hay una adecuada delimitación de clases temáticas, a consecuencia de la escala utilizada, que al ser demasiado pequeña, dificulta las labores de interpretación del personal que digitaliza los polígonos, teniendo que tomar decisiones rápidas y en ocasiones desacertadas para no ver frenado el ritmo de producción (*Barreira, González et al 2007*).

Por ello, se ha llevado a cabo en este estudio, una revisión y evaluación de la clasificación de usos de suelo del Corine Land Cover en la isla de Lanzarote. Dicha isla cumple con los criterios de tamaño y variedad de usos de suelo, por lo que es un buen ejemplo para mostrar algunas inexactitudes de la clasificación.

Además para la realización del estudio, se elaborará una clasificación de usos de suelo con las clases de Corine Land Cover para el año 2011. De este modo, se actualizará la base de datos de uso de suelo de la isla.

2. Objetivos:

Este proyecto tiene como objetivo principal realizar una revisión y actualización de los usos del suelo en Lanzarote, basándonos en las clases que utiliza Corine Land Cover. Es una actualización que se realizará mediante las Tecnologías de Información Geográfica (SIG, cartografía y teledetección), con la incorporación de numerosa cartografía, análisis de imágenes de satélite de distintas resoluciones y fechas, imágenes propias y la clasificación del CORINE. Para ello, se requiere una evaluación de los Corine Land Cover (1990, 2000, 2006) anteriores a la fecha, de este modo se evaluará la fiabilidad de la delimitación de los polígonos de la clasificación.

Este proceso de evaluación y proposición de nuevos polígonos para las capas existentes de Corine Land Cover, pasa a ser el objetivo secundario. Se tratará de analizar exhaustivamente la coincidencia de la clasificación, con las imágenes de satélite, usando numerosas técnicas para facilitar la interpretación. Además, se analizarán y valorarán los cambios ocurridos desde 1990 en los usos del suelo de la isla.

Por otro lado, el análisis previo que analiza tanto el medio físico como el humano, deja un campo abierto de posibles futuras investigaciones acerca del riesgo de inundabilidad de la isla, pasando este a ser el tercer objetivo.

3. Localización:

Lanzarote se encuentra en el Océano Atlántico a aproximadamente 1000 km al suroeste de la Península Ibérica, a unos 100 km al oeste de Marruecos y entre las latitudes 28°14' y 28°49' N y las longitudes 7°13' y 7°41'. Lanzarote es la isla más septentrional del Archipiélago Canario, ocupa una superficie de 864 km². Recorre de norte a sur una longitud de 58 km y de este a oeste, de 34,5km.

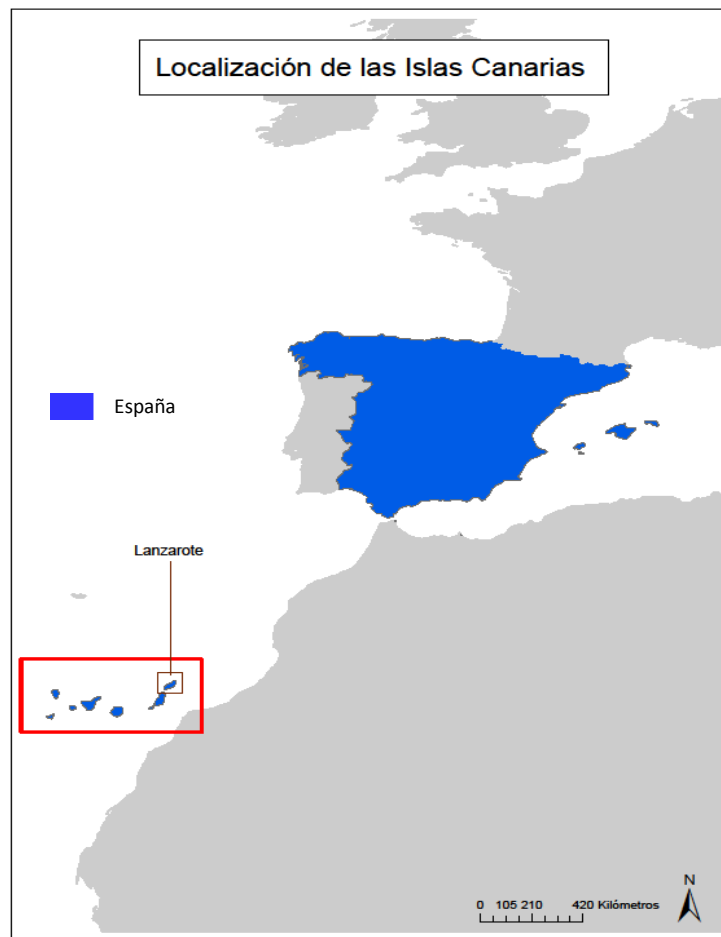


Fig 1. Localización de Lanzarote. Elaboración propia. Fuente: www.ign.es.

4. Geología:

El origen geológico de Canarias ha sido objeto de diversos estudios. Las primeras hipótesis geológicas datan de principios del siglo XIX (cráteres de elevación o continentalidad del Archipiélago). La tectónica de placas es una de las teorías más afianzadas, pero aún así, no

ha desbancado otras nuevas hipótesis como son la del punto caliente, la teoría de la fractura propagante (Anguita y Hernán, 1974), la teoría de los bloques levantados (Araña et al, 1975) y, por último, el modelo sintético (Anguita y Hernán, 2000), que engloba elementos de las tres anteriores.

Centrándonos en Lanzarote, se ha estudiado que el edificio volcánico actual se apoya directamente sobre sedimentos oceánicos del talud continental africano a 2598 metros de profundidad. Desde esa profundidad hasta los 353 m aparecen tobas y lavas submarinas correspondientes al Oligoceno (según la microfauna). Se puede suponer que en esa época se inició el levantamiento del edificio insular, que tras numerosas emisiones submarinas emergió definitivamente.

El paisaje actual de la isla es debido al vulcanismo y a agentes destructivos como la erosión. Las erupciones acaecidas en los siglos XVIII (de 1730 a 1736) y XIX (en 1824), afectaron a una tercera parte de su territorio y por ello, la isla adopta su forma actual. Las zonas más antiguas de la isla son los macizos de Famara, al norte, y de Los Ajaches, al sur. Toda la isla es de la sub-era cuaternaria.

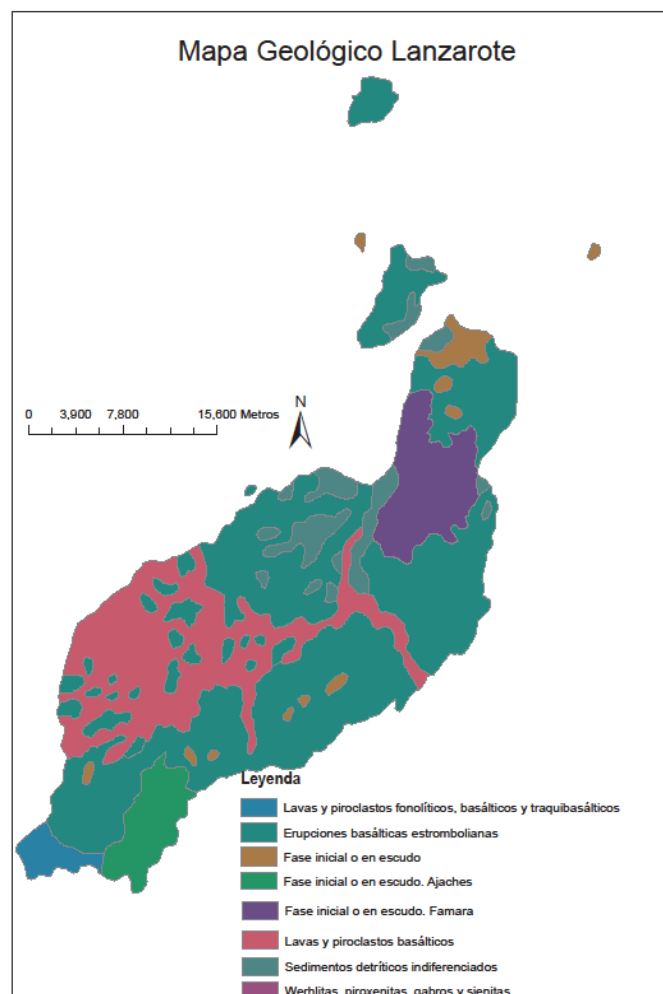


Fig 2. Geología de Lanzarote. Elaboración propia. Fuente: www.igme.es.

En cuanto a la litología, las rocas de Lanzarote poseen diferencias con la petrología de las islas occidentales, tienen una alta riqueza en sílice.

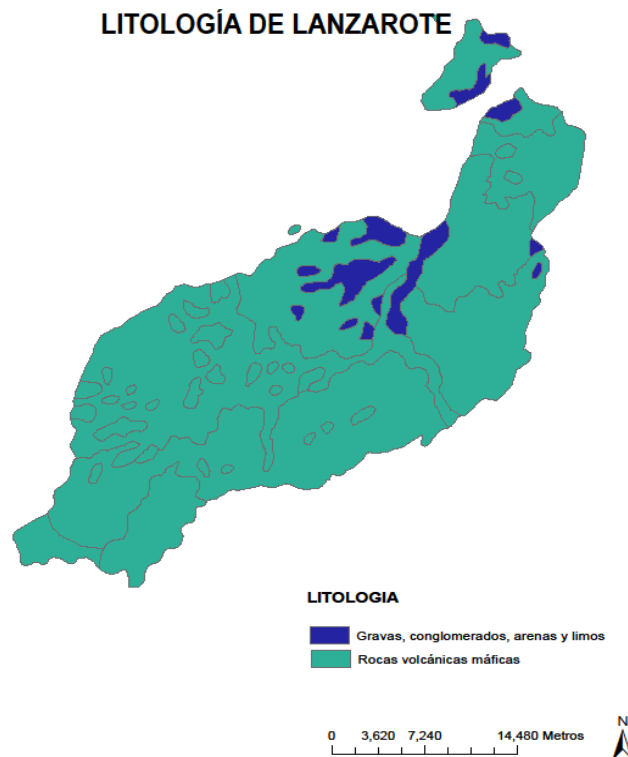


Fig 3. Litología de Lanzarote. Elaboración propia. Fuente: www.igme.es.

En cuanto al volcanismo de la isla, se alimenta de magmas básicos alcalinos que se generan en el manto superior a unos 70 Km de profundidad. Aunque estos magmas alcanzan rápidamente la superficie, pueden experimentar modificaciones durante su ascenso dando origen a una completa serie de términos: basanitas, basaltos, tefritas, etc. (Ancochea E. Y Brändle J. L.).

5. Relieve y paisaje:

Lanzarote es una isla generalmente llana, sin embargo, en ella se pueden identificar algunos accidentes geográficos de importancia. Destaca como pico más alto, las Peñas del Chache con 670 metros de altitud, también destacan los macizos de Famara y de los Ajaches además de albergar numerosos conos volcánicos. Se consideran pertenecientes a Lanzarote un conjunto de islotes que forman el Archipiélago Chinijo (La Graciosa, Alegranza, Montaña Clara, Roque del Este y Roque del Oeste). La superficie de Lanzarote es de 864 km², sin contar con los islotes, y de 900 km², contando con ellos.

La isla tiene 249 km de costas. Las costas del norte y del oeste son abruptas, mientras que las del este y del sur son bajas y arenosas.

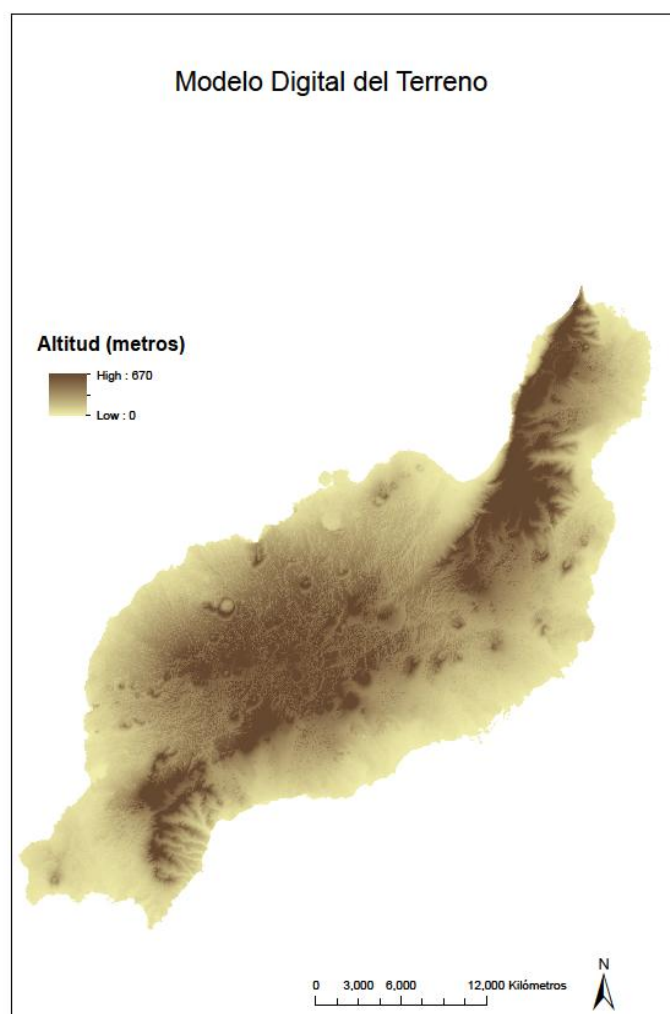


Fig 4. Modelo Digital de Terreno. Elaboración propia. Fuente: www.ign.es.

El paisaje de Lanzarote es definido por la particular evolución geomorfológica y por la influencia de las condiciones climáticas. Entre un 80 y un 85% de la superficie, está cubierta por materiales de origen volcánico, siendo el resto de carácter sedimentario.

La organización temporal de los episodios volcánicos refleja un conjunto de unidades morfoestructurales principales. Lanzarote posee unas unidades de paisaje muy estructuradas y homogéneas, básicamente existen dos construcciones basálticas unidas entre sí y terminando cada una de ellas con el macizo de Famara, al norte, y el macizo de los Ajaches, al sur.

Debido a su escaso contraste de relieve y su pequeño tamaño, no se producen variaciones climáticas de un punto a otro de la isla que generen diversificación de la vegetación.

El factor antrópico también ha condicionado la formación del paisaje de la isla, ocupando sobre todo las zonas menos afectadas por el vulcanismo, las zonas más llanas. (*Documento de avance, Memoria II, Gobierno de Canarias, 2010*).

-Combinaciones de bandas de imágenes de satélite para ratificar lo anteriormente mencionado:

5-4-3: en esta combinación de bandas aparece la banda 5 (es el infrarrojo medio, buen indicador para diferenciar suelo desnudo de vegetación y la humedad), la banda 4 (es el infrarrojo próximo, destaca sobre todo la vegetación) y la banda 3 (es la banda del rojo). En la combinación se puede distinguir de color verde la vegetación y de color rojizo el suelo desnudo. Se identifican claramente los conos volcánicos y la cadena diagonal que recorre la isla terminando en cada extremo en los macizos de Famara y de los Ajaches. De color blanco se pueden distinguir tanto las zonas arenosas (playas y dunas) como las nubes.



Fig. 5. Elaboración propia. Combinación de bandas 5-4-3 de imagen Landsat 5TM.

Los pequeños sectores con máxima actividad clorofílica se limitan a la vegetación antrópica de los “campos de golf” (color verde). Se suele comparar esta combinación con la 4-3-2, lo que en la 4-3-2 aparece de color rojo y en la 5-4-3 aparece también de color rojo no es vegetación. En este caso aparece en verde, por lo tanto, es vegetación.

Fig. 6. Elaboración propia. Combinación de bandas 5-4-3 de imagen Landsat 5TM.



4-3-2: en esta combinación, los diferentes tipos de rojos pueden distinguir algunas composiciones vegetales. Los rojos oscuros suelen ser vegetación densa y, por el contrario, los colores rojos claros corresponden con una vegetación dispersa. No todo lo que aparece en rojo es vegetación.



Fig. 7. Elaboración propia. Combinación de bandas 4-3-2.

6-4-2: al incluir la banda 6 (el infrarrojo térmico), la visibilidad es peor porque la resolución espacial de la banda 6 es de 120 m. En este caso, se ve de color más rojo lo que más temperatura tiene, que suele corresponderse con los colores oscuros, por el contrario, los suelos desnudos, arenas, zonas en construcción y zona urbana aparece de tonos claros (blanquecinos).

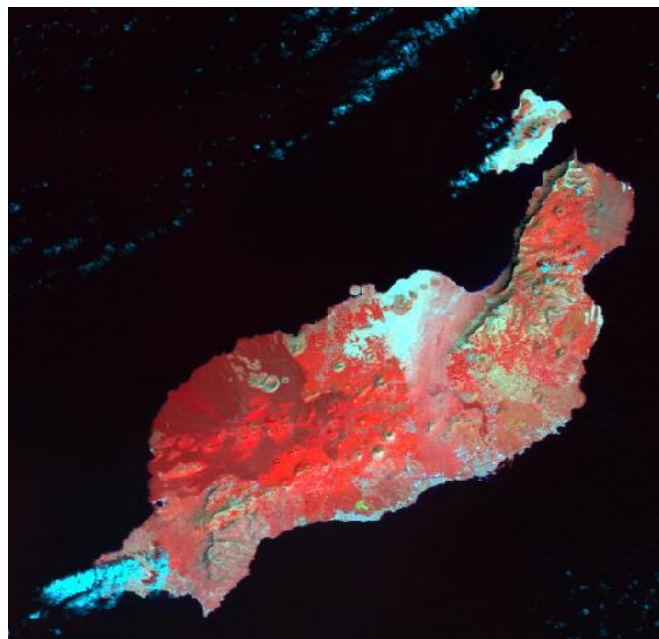


Fig. 8. Elaboración propia. Combinación de bandas 6-4-2.

7-4-2: la banda 7 es el infrarrojo medio. Se trata de una banda que detecta muy bien la humedad. En esta combinación de distingue de color verde vegetación.

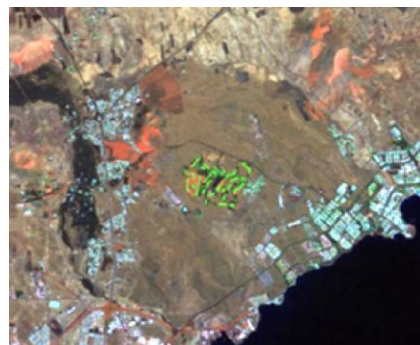
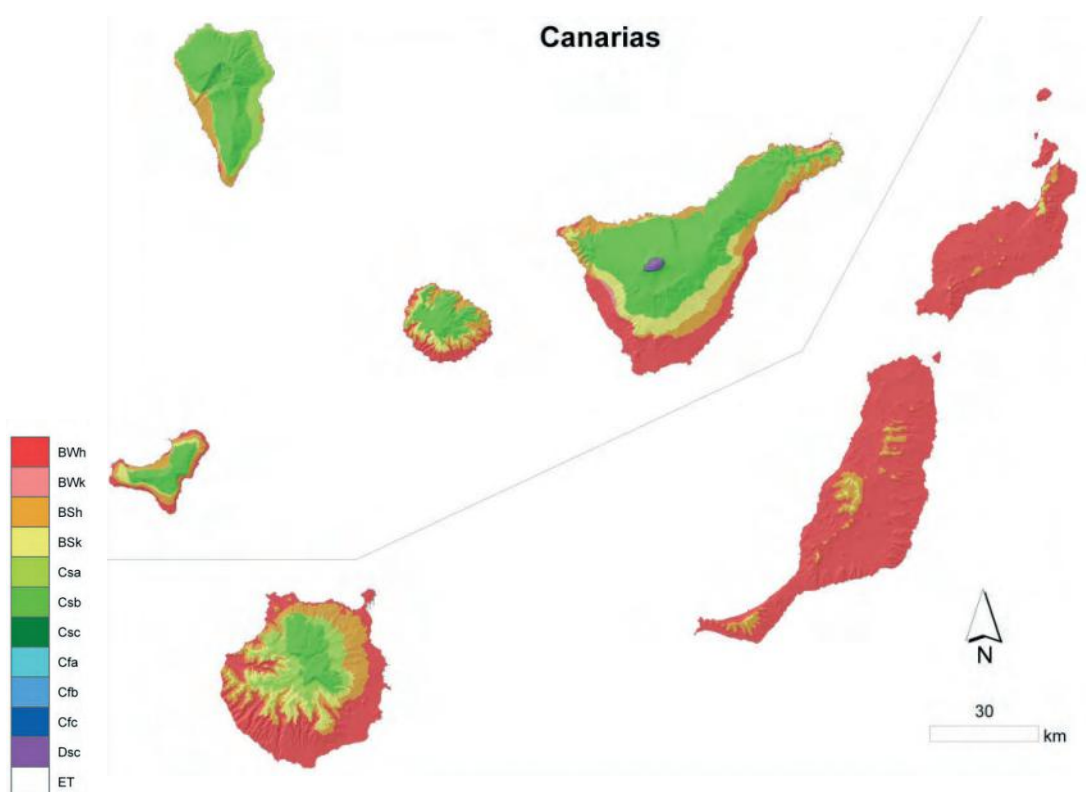


Fig. 9. Elaboración propia. Combinación de bandas 7-4-2.

6. Clima:

La isla de Lanzarote, localizada en la zona subtropical, tiene un clima templado y árido. A continuación se mostrará el clima de las islas Canarias, según la clasificación de Köppen.



BWh (desierto cálido), BWk (desierto frío), BSh (estepa cálida), BSk (estepa fría), Csa (templado con verano seco y cálido), Csb (templado con verano seco y templado), Csc (templado con verano seco y fresco), Cfa (templado sin estación seca con verano caluroso), Cfb (templado sin estación seca con verano templado), Cfc (templado sin estación seca con verano corto y fresco), Dsc (clima frío) y ET (tundra).

Fig 10. Clasificación de Köppen. Fuente: www.aemet.es.

Como se puede observar, Lanzarote posee principalmente clima de desierto cálido, y en menor medida y de forma dispersa, clima templado con verano seco y cálido.

Está situada en el cinturón de altas presiones subtropicales. Las precipitaciones anuales no superan los 200 mm. La mayoría son torrenciales de fuerte intensidad centralizados en pocos días del año, lo normal es que llueva en torno a 20 días al año (www.aemet.es). Basándonos en los valores climatológicos normales de la isla de Lanzarote proporcionados por AEMET, todos los meses son meses secos según el índice de Gaussen, los meses que se quedan al límite son enero y febrero, con las mayores precipitaciones en todo el año (24mm y 27mm respectivamente). Esta escasez de precipitaciones, unida a las altas temperaturas y a los fuertes vientos, incrementa la evapotranspiración potencial favoreciendo la deshidratación. Esto explica la acusada aridez ambiental y edáfica de la isla. Las escasas precipitaciones se podrían explicar por la orografía de la isla, que no permite alcanzarse la cota de inversión de los alisios (entre los 1200 metros y los 1500 metros). Este componente orográfico también provoca que el viento de la isla sea más acusado. Los vientos son provocados generalmente

por el anticiclón de las Azores (Alisios). Cuando el anticiclón no ejerce su influencia, existen dos casos que provocan el viento de la isla; de origen atlántico (ocurre con poca frecuencia y suelen venir acompañados de precipitaciones) y de origen tropical continental (estos frecuentes vientos procedentes del desierto del Sáhara, arrastran grandes cantidades de polvo en suspensión, la cercanía de Lanzarote con la costa continental africana causa los fenómenos de siroco, o también llamados calima o "tiempo sur" en Canarias). Este tipo de fenómenos atmosféricos son, muy recurrentes en las islas, aunque los eventos de mayor grado sólo se producen de una a tres veces anualmente (*Dorta Antequera, 2007*).



Fig 11. Calima. Fuente: Imágenes en color real del sensor MODIS a bordo de los satélites Aqua y Terra de la NASA.

Las temperaturas experimentan escasas variaciones entre las diferentes estaciones, en el mes de enero hay una temperatura media de 17°C y en el mes de agosto de 24°C (www.aemet.es). Así como la amplitud térmica anual es mínima debido al efecto termorregulador que ejerce el mar; dominada por la Corriente Fría de Canarias (causa una humedad relativa elevada durante todo el año) y a los vientos Alisios.

7. Red hidrográfica:

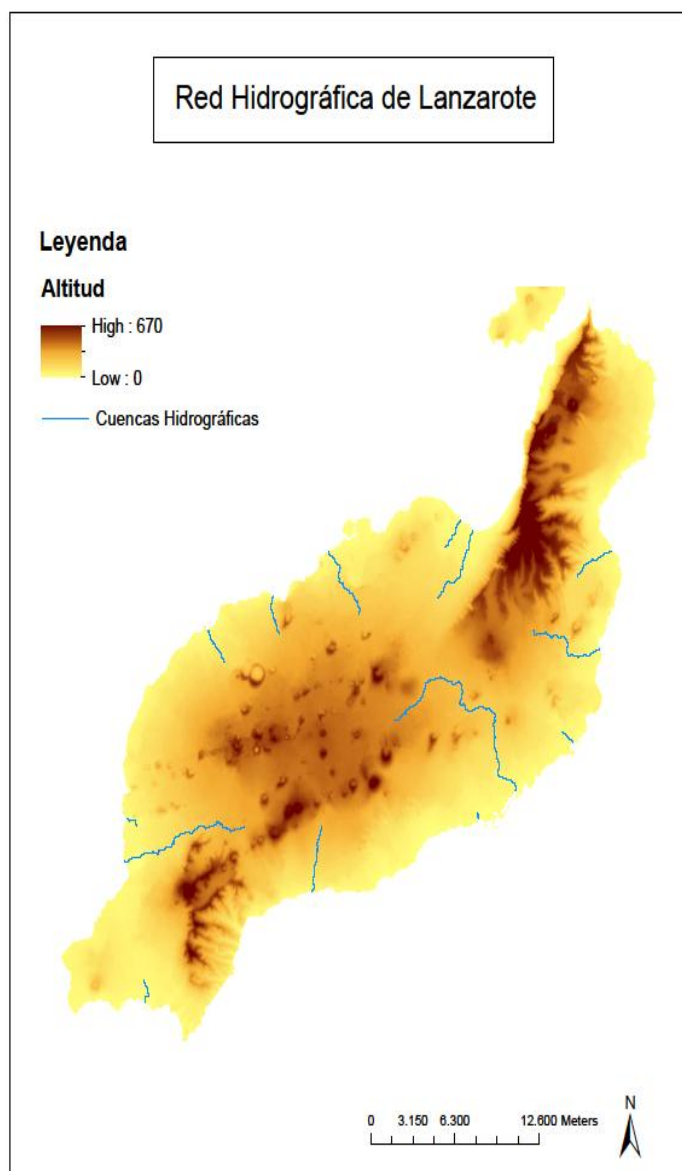


Fig 12. Cuencas hidrográficas. Elaboración propia. Fuente: www.ign.es

En Lanzarote la red de drenaje superficial está formada por algunos barrancos que se activan únicamente con periodos de lluvias torrenciales. En la zona oriental son mucho más frecuentes. El mes con mayor riesgo de que ocurran es noviembre.

La situación sinóptica durante estos episodios de torrencialidad se caracteriza por la presencia, en las capas medias y altas de la atmósfera, de una depresión aislada al Oeste-Noroeste de Canarias cuyo origen es la lenta circulación de la corriente en chorro. En superficie, los sistemas frontales atraviesan las islas de Oeste a Este generando fuertes aguaceros que descargan en las medianías y zonas de cumbre (Máyer Suárez, y Marzol Jaén, 2011).

La inundabilidad debida a las lluvias torrenciales, es un tema de estudio muy interesante para futuros proyectos. Existe el Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, y planes autonómicos en cada Comunidad exceptuando la Comunidad Canaria. De hecho, el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas sólo contempla las inundaciones por causas de torrencialidad y desbordamiento de ríos ya existentes. No se tiene en cuenta las cuencas naturales de zonas secas en las que solo hay agua dos o tres veces al año. (*Evaluación preliminar de riesgos de inundación y selección de áreas con riesgo potencial significativo en zonas costeras de la demarcación hidrográfica de Lanzarote, 2011, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*).

Es interesante conocer la distancia de estos cauces a núcleos de población, ya que en días de lluvias torrenciales estos se ven afectados por inundaciones espontáneas que originan daños.

Es un tema que debe interesar a los organismos competentes y los SIG son herramientas que pueden aportar mucha información y facilitar el estudio.

8. Vegetación:

La vegetación de la isla está, en su inmensa mayoría, formada por cardonales y en las zonas de mayor altura se pueden ver sabinars (al norte y al sureste). De forma minoritaria, encontramos geomacroseries de saladares y salinas (pequeñas manchas al norte y noroeste) y contorneando la isla de forma alterna se encuentra una vegetación de dunas y arenales costeros.

A pesar de su aridez, Lanzarote alberga un gran número de especies vegetales y muchas de ellas autóctonas, como *Aeonium Lancerotense* o *Campylanthus salsoloides*. Existen 16 endemismos exclusivos de la isla, entre ellas *Plantago famarae*, *Pulicaria canariensis* ssp. *Lanata* o *Polycarpaea robusta* (*Caujapé Castells, 2010*). En cierta medida, Lanzarote está más expuesta a la llegada de nuevos individuos colonizadores y polen continental que otras islas. (*Bramwell, 1990*)

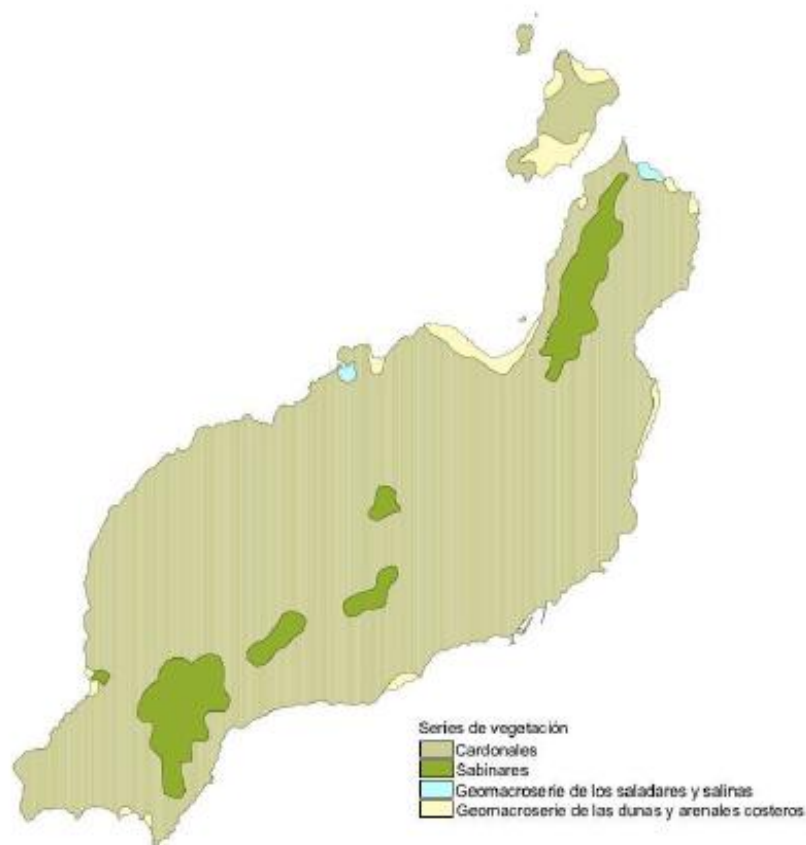


Fig 13. Mapa de Series de Vegetación. Fuente: Rivas Martínez. 1987.

Un factor importante que influye en la distribución de la vida natural de la isla es la influencia de los episodios volcánicos. Estos han hecho que las zonas volcánicas más antiguas, como el malpaís de la Corona, se hayan poblado por especies como la tabaiba o el verode y las más recientes intentan poblarse por comunidades de líquenes y briófitos (*Caujapé-casteLLs*).

9. Fauna:

Las especies de la isla evolucionaron hasta convertirse en endemismos, como la musaraña canaria “*Crocidura canariensis*”, el lagarto de Haría “*Gallotia atlántica*” o el perenquén mayorero “*Tarentola angustimentalis*” (*Arechavaleta, et al*).

La población aborigen practicó una economía de carácter ganadero, basada en cabras y ovejas. En la actualidad, las cabras que aún pueden encontrarse en Lanzarote son de la raza mayorera y tinerfeña, estando perfectamente adaptadas a las condiciones de la Isla.

Con respecto a los invertebrados destaca el "jameo" científicamente llamado *Munidopsis polymorpha*, es un cangrejo muy pequeño, albino y ciego, único habitante de la laguna de agua salada ubicada en Los Jameos del Agua.

La riqueza de la fauna marina tiene muchísima importancia en la isla, y está protegida por la Reserva Marina del Archipiélago Chinijo, al norte de la isla. (www.lanzarotenatural.org)

10. Figuras de Protección y marco legal:

Lanzarote fue declarada Reserva de la Biosfera en 1993 por la UNESCO, el organismo de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura. A partir de ese momento, Lanzarote se ha hecho con un Plan Insular de Ordenación del Territorio y con una Ley sobre los Espacios Naturales de Canarias.

Lanzarote, a nivel de Ordenación del territorio, se encuentra bajo la influencia de una diversa normativa.

A nivel europeo:

-Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres. 49

-Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. 49

-DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 28 de diciembre de 2001 por la que se aprueba la lista de lugares de importancia comunitaria con respecto a la región biogeográfica macaronésica, en aplicación de la Directiva 92/43/CEE del Consejo. 50

-DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 25 de enero de 2008 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una primera actualización de la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica macaronésica.

A nivel estatal:

-Artículo 47 de la Constitución española (regulación de la utilización del suelo de acuerdo con el interés general).

-Artículo 45.2 de la Constitución española (utilización racional de los recursos naturales).

- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.

- DECRETO Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias.

A nivel insular:

- Plan Insular de Ordenación del Territorio 1991 (PIOT).

A nivel local:

- Plan General Municipal para todos los municipios menos para San Bartolomé y Teguiise que tienen normas subsidiaria.

En Lanzarote existen muchas figuras de protección debido a la singularidad de la isla, entre todas ellas, se protege casi la totalidad de la superficie de la isla. Forma parte de la Red Natura 2000, que es una iniciativa europea que surge en mayo de 1992, con la aprobación de la Directiva 92/43/CEE del Consejo Europeo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, conocida como Directiva Hábitats. En la creación de la red de espacios que integra Natura 2000, la Directiva define una figura nueva denominada Lugar de Importancia comunitaria. Integra las Zonas de Especial Protección para las Aves, definidas en la Directiva 79/409/CEE, relativa a la conservación de las aves silvestres, conocida como Directiva Aves.

En Lanzarote hay once Lugares de Interés Comunitario (LIC) por parte de la Comisión Europea. Los LICs de Lanzarote suman en total de superficie de unas 30.000 hectáreas, que supone el 35,46% de la superficie de la isla.

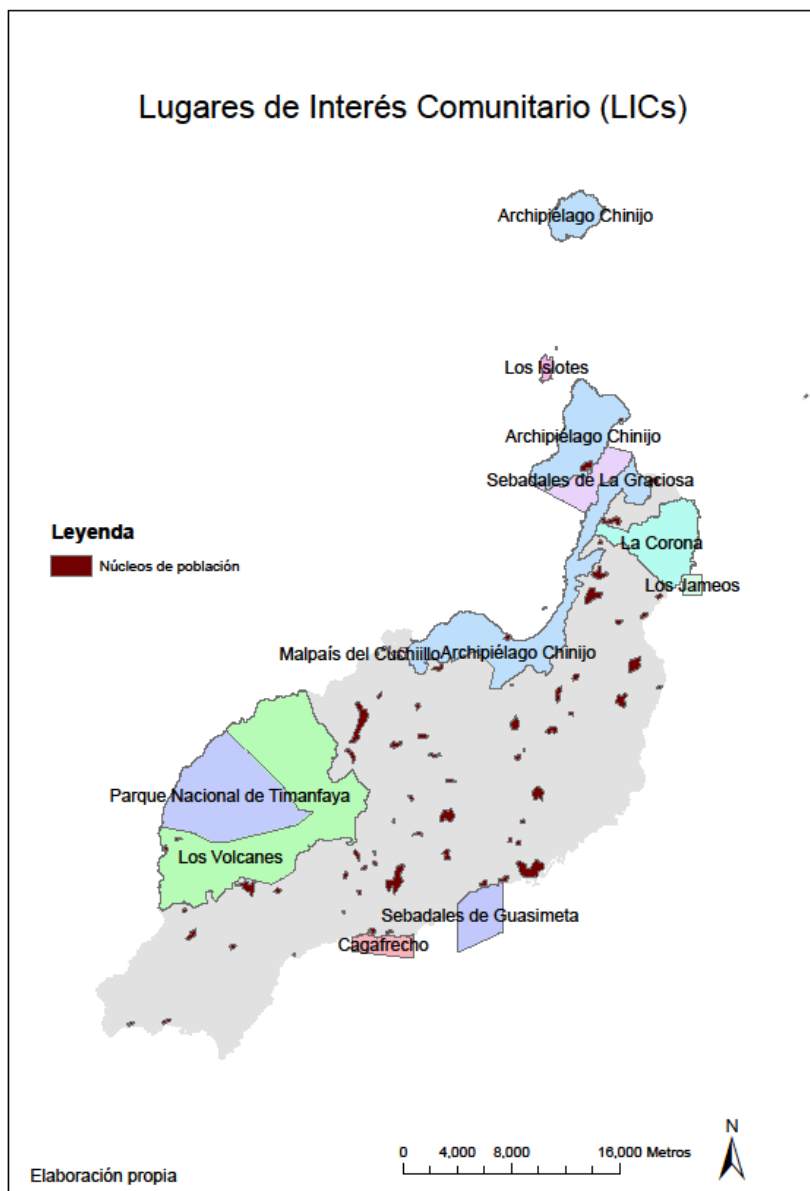


Fig 14. LICs. Elaboración propia. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente.

También existen las siguientes ZEPAs:

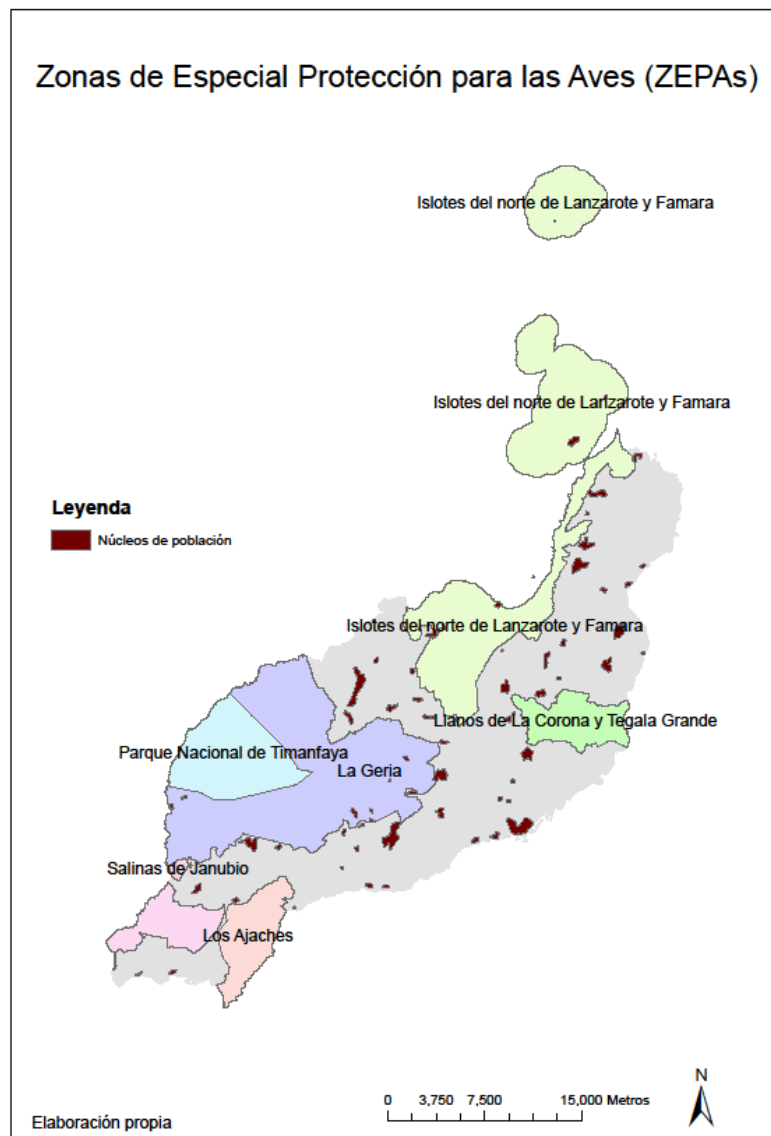


Fig 15. ZEPAs. Elaboración propia. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente.

Espacios Naturales Protegidos:

En Lanzarote existen diversas figuras de protección del medio ambiente como La Reserva Natural “Los Islotes”, los Parques Naturales “Archipiélago Chinijo” y “Los Volcanes”, Los Monumentos Naturales “La Corona”, “Los Ajaches”, “La Cueva de Los Naturalistas”, “Islote de Halcones” y “Las Montañas del Fuego”, los Paisajes Protegidos “Tenegüime” y “La geria” y como Sitio de Interés Científico “Janubio”.

A continuación se muestran los Espacios Naturales Protegidos más representativos.

Espacios Naturales Protegidos

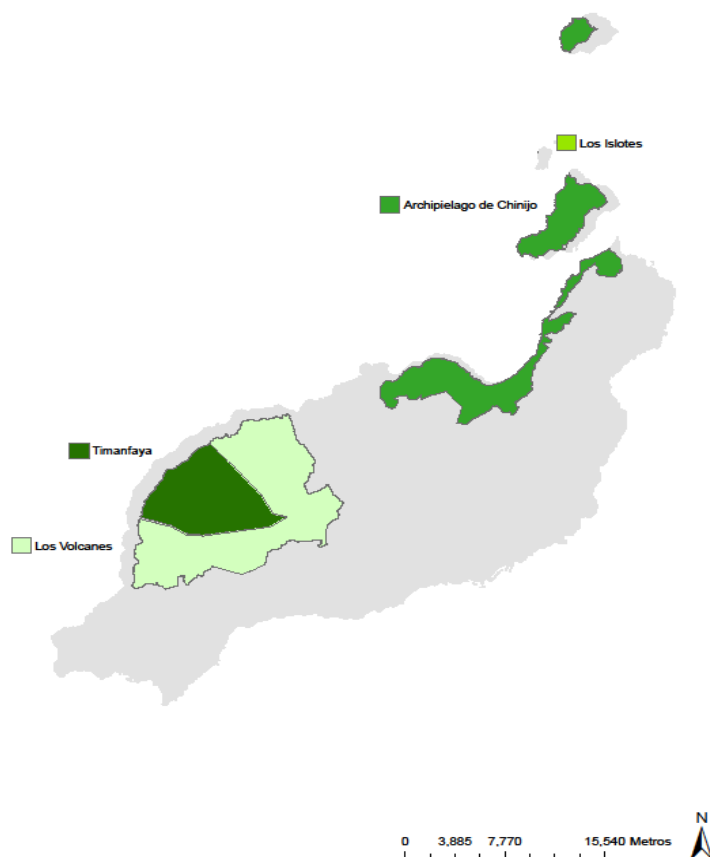


Fig 16. Espacios Naturales Protegidos. Elaboración propia. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente.

11. Economía:

En el pasado en la isla de Lanzarote la carencia de materias primas y la aridez de la tierra ocasionaron grandes períodos de pobreza. La agricultura, la pesca y la ganadería eran las principales fuentes de ingresos. En la actualidad, el turismo ha descapitalizado al sector primario (González Morales, A.). El modelo económico que presentaba la isla a mediados de los años setenta se traduce en un potencial laboral que se repartía entre los tres sectores de actividad, aunque con una notable incidencia de las actividades relacionadas con el sector primario, que absorbía casi un tercio de la población activa. Sin embargo, este sector experimentará un fuerte descenso en la etapa siguiente debido al proceso de cambio que se produce con la introducción de las actividades turísticas y la consiguiente terciarización de la población. Se puede afirmar, por tanto, que el desarrollo del fenómeno turístico en esa época tuvo unas repercusiones negativas para el mantenimiento de las actividades primarias, especialmente para la agricultura. Ya que la rentabilidad del suelo con fines turísticos, no la tiene el suelo con fines agrarios, y esto ha conllevado una competencia por los suelos de la isla, importante.

En cuanto a la pesca, en Lanzarote se encontraba la mayor flota pesquera del archipiélago canario, especialmente en Arrecife, donde atracaban unos 400 barcos. Esto se debía a la cercanía con África, ya que en sus costas las aguas son más abundantes en peces. Sin embargo, a finales de la década de los setenta, tras la descolonización del Sáhara, debido a la dificultad de obtener licencias y a la consiguiente reducción del número de capturas, la pesca fue teniendo menor importancia.

En la actualidad, la energía eléctrica se obtiene del sistema de generación térmica, a excepción de algunas instalaciones solares, ruedas de vientos particulares y dos parques eólicos, el Parque eólico de Montaña Mina (con una producción total anual de 3.175.543 KWh) y el Parque eólico de Los Valles (con una producción total anual de 24.082.415 KWh), (*Aerogeneradores Canarios S.A. y Eólicas Lanzarote, 2011*).

El agua ha constituido siempre uno de los principales problemas de la isla. Debido a la escasez de agua y al aumento vertiginoso de la población de Lanzarote, la isla se abastece de ella gracias a las potabilizadoras, en las que se desala el agua del mar por medio de energía térmica.

12. Asentamientos urbanos:

Lanzarote se compone de siete municipios: Arrecife (la capital), Teguise, Haría, San Bartolomé, Tías, Tinajo y Yaiza. Arrecife, es el municipio más pequeño de la isla, con una superficie de 22km², no obstante, es el más poblado, con 59.127 habitantes según el padrón de 2008 (INE 2009).

El crecimiento de la población de Lanzarote ha sido rápido desde 1970 hasta la actualidad. Antes de 1970, el poblamiento era disperso y atomizado (González Morales, et al. 1995). Estos asentamientos, con una morfología de tipo lineal y edificaciones tradicionales, se disponían en torno a caminos y carreteras, siguiendo el eje viario que cruzaba la isla de norte a sur por su parte central, es decir, con una localización preferentemente interior. En la actualidad esto último sigue siendo así, pero se han añadido nuevos importantes asentamientos en las costas que concentran la población turista de la isla. (Domínguez y Moreno, 2002)



Fig. 17. Asentamientos urbanos y conectividad en Lanzarote. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. Elaboración propia.

En Lanzarote hay 142.132 habitantes empadronados de diferentes nacionalidades (*Instituto Canario de Estadística (ISTAC), Explotación estadística del Padrón (2012)*). La mayor parte de la población se centra en la capital de la isla, 56284 habitantes, como se ve a continuación en la figura 19. La estructura demográfica de Lanzarote responde a la de una población joven y con una alta concentración en las edades comprendidas entre 25 y 39 años, que es el intervalo donde se agrupa casi la mitad de la población.

Pirámide de población de Lanzarote (1-1-2006)

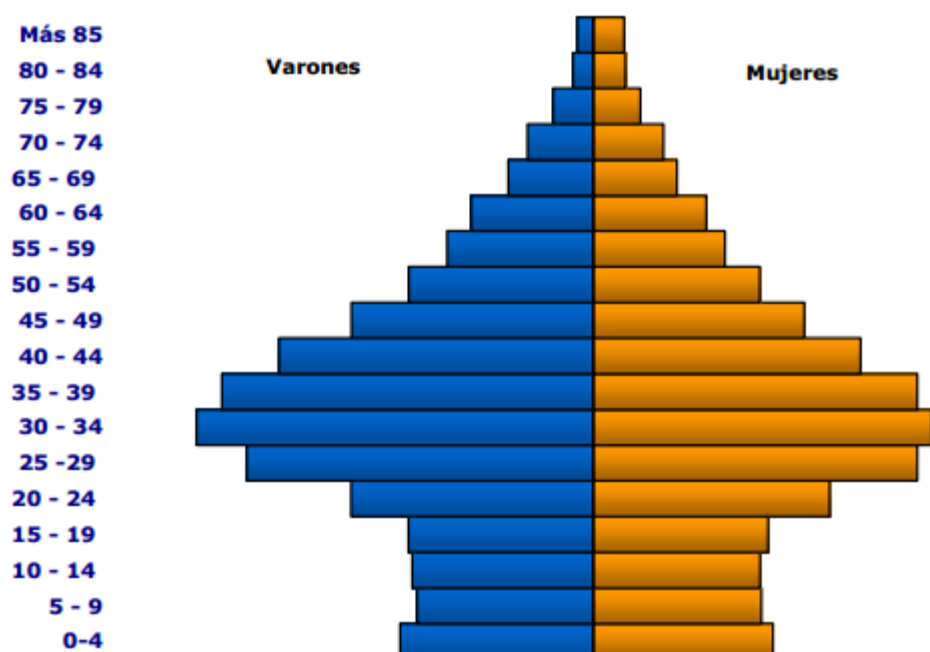


Fig. 18. Pirámide de población de Lanzarote. Fuente: Informe de Población Lanzarote: 2006. www.datosdelanzarote.com

MUNICIPIO	Población de derecho	Promedio de turistas	Población total	Superficie (km ²)	Densidad de población total
Arrecife	56.284	812	57.096	22,7	2.515,2
Haría	5.190	236	5.426	106,6	50,9
San Bartolomé	18.487	76	18.563	40,9	453,9
Teguise	21.096	11.498	32.594	264	123,5
Tías	20.228	20.651	40.879	64,6	632,8
Tinajo	5.716	1.232	6.948	135,3	51,4
Yaiza	15.131	15.912	31.043	211,8	146,6
LANZAROTE	142.132	50.417	192.549	845,9	227,6

Fig. 19. Población. Fuente: Para población de derecho, INE. Para superficie, Instituto Geográfico Nacional. Para promedio de turistas, estimación a partir de los datos de plazas y ocupación del Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Elaboración: Centro de Datos. Cabildo de Lanzarote. Año 2012.

Si se tiene en cuenta la población turística, ganan peso demográfico los municipios de Tías, Teguise, Yaiza y San Bartolomé (Ramírez Torrecabota, P. 1999). En el año 2012 (fig.19), el turismo supuso un aumento de población del 50,51% en Tías, un 35,27% en Teguise y un 51,25% en Yaiza. La isla en su conjunto aumento su población un 26,18% gracias al turismo en el año 2012.

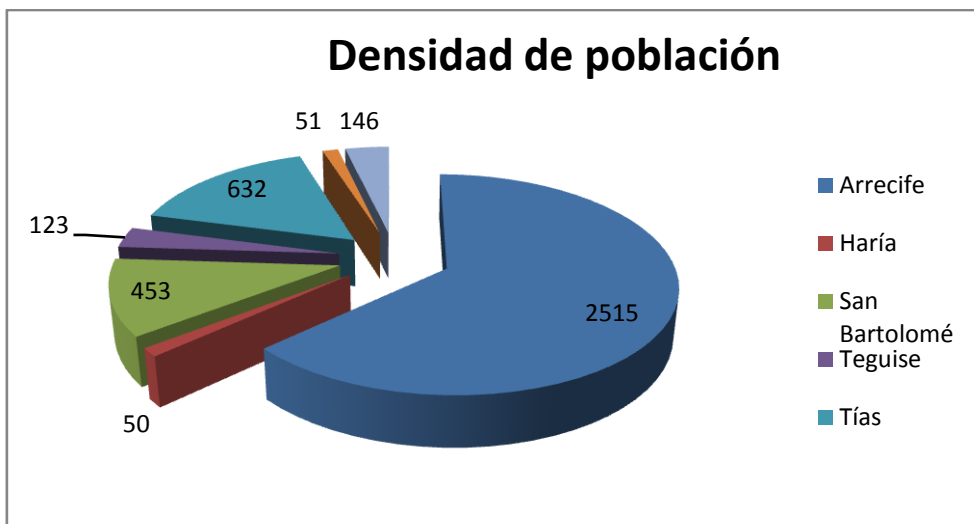


Fig. 20. Diagrama de sectores. Fuente: Para población de derecho, INE. Para superficie, Instituto Geográfico Nacional.

13. Metodología:

Para realizar este estudio se han utilizado herramientas diseñadas para trabajar con información en formato vectorial e imágenes de satélite en formato raster, ArcGIS 10.1 y ERDAS IMAGINE 2013. Este primero es un software de Sistemas de Información Geográfica que te permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos en 3D. ERDAS IMAGINE 2013 es un software para trabajar con imágenes de satélite que te permite analizar los valores digitales de los diferentes canales del espectro electromagnético. En este caso, Erdas se ha utilizado para el análisis visual y digital mediante la signatura espectral, mejoras radiométricas, espectrales y espaciales y numerosos índices. El tratamiento de los elementos vectoriales mediante edición ha sido abordado con las herramientas de edición (Editor) de ArcGIS 10.1.

Como datos de partida se han utilizado las siguientes capas en formato shape e imágenes:

- Corine Land Cover de los años 1990, 2000 y 2006 obtenidas directamente del Instituto Geográfico Nacional.
- Imagen del satélite Landsat TM del año 2011 con 30 metros de resolución espacial y 7 bandas de resolución espectral. Facilitada por el Departamento de AGR y Geografía Física (UCM) que obtuvieron del Plan Nacional de Teledetección. Dicha imagen fue seleccionada en base a la nitidez de entre varios meses del 2011, debido a las condiciones meteorológicas que ocurrieron en ese año. Finalmente se escogió el mes de octubre.
- Imagen del satélite SPOT del año 2011 facilitada por el departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, con una resolución de 2,5 metros. La imagen es de junio de 2011.
- Imágenes de satélite de marzo de 1988 Landsat TM, de febrero de 2001 (Landsat +ETM con 30 metros de resolución espacial y 8 bandas de resolución espectral) y de

diciembre de 2006 Landsat TM, extraídas de Global Land Cover Facility (www.landcover.org).

En primer lugar se recortaron las capas e imágenes a la zona de estudio, el contorno de la isla de Lanzarote en el caso de las capas vectoriales, mediante un “clip”, y un recuadro que encaja la isla en el caso de las imágenes de satélite (“inquire box” y “subset”). Una vez recortadas, se procedió al exhaustivo análisis visual de la superficie completa de Lanzarote, para revisar las categorías de Corine. Para ello, se han intersectado las capas del Corine con las imágenes de satélite de cada uno de los años del estudio. Para hacer este análisis más sencillo se procedió a la homogeneización de los colores utilizados en el Corine de cada uno de los años, de esta manera, no sólo es explicativo el límite del polígono, sino también la diferenciación del color. La identificación de errores no sólo se llevó a cabo a través de interpretación visual, también se consultó la signatura espectral de cada zona (mediante el Erdas) antes de la determinación del área del error y el uso de fotografías y trabajo de campo. Para corroborar lo establecido como errores mediante análisis visual, se ha procedido al estudio de los perfiles espectrales (“Profile spectral”) de la zona afectada. De este modo obtenemos datos numéricos y gráficos para hacer verdaderas las posibles realidades interpretadas visualmente.

Esto se realizó con las tres fechas (1990, 2000 y 2006), sin embargo, la identificación de errores de 2006 nos sirvió de puente para realizar la actualización al año 2011 del Corine Land Cover. Los errores identificados en el año 2006 se corrigieron mediante edición (ArcGIS) y una vez hecho esto, se superpuso con una imagen que contenía la información de dos imágenes de satélite unidas mediante la herramienta “Relosution merge” (ERDAS), éstas eran, una imagen Landsat del año 2011 (con elevada resolución espectral, 7 bandas) y una imagen Spot (pancromática, con elevada resolución espacial, 2,5 metros). Con esta imagen se editó la capa vectorial del Corine Land Cover de 2006, con el objetivo de crear una capa de usos de suelo del año 2011 con las clases del Corine Land Cover.

Además, para que la edición no contuviera errores, se realizaron diversos índices y mejoras espectrales y radiométricas, a la imagen Landsat 5 TM de octubre de 2011, que citaré a continuación:

-Índice de vegetación de la diferencia normalizada (NDVI): este índice divide la resta del infrarrojo y la banda del rojo entre la suma de las mismas.

-Índice de vegetación simple que divide el infrarrojo próximo entre la banda del rojo.

-Análisis de componentes principales: diferencia componentes según las signaturas espectrales.

-Ecuación del histograma: es una mejora radiométrica que tiene en cuenta la proporción. Se tiene en cuenta el ND (niveles digitales) de cada píxel y su frecuencia acumulada relativa. Expande la zona que contiene más valores parecidos en la misma zona de los niveles de grises.

-IHS to RGB: es una mejora espectral que rota el espacio de color del IHS al RGB.

-Combinaciones de bandas para resaltar algunas zonas: 4-3-2, 5-4-3, 6-4-2 y 7-4-2.

De todos los índices realizados se usarán los que contenían información útil para este estudio.

Finalmente, para hallar los cambios entre el Corine Land Cover de 1990 y el Corine Land Cover de 2011, utilizo la herramienta “identity” de arcGIS.

14. Resultados:

Tras el análisis, se destacan los posibles errores de las clasificaciones del CLC. Estos se señalan ampliando la escala de cada zona afectada por dicho “error”. Muchos de ellos continúan en los posteriores Corine Land Cover.

Corine Land Cover 1990

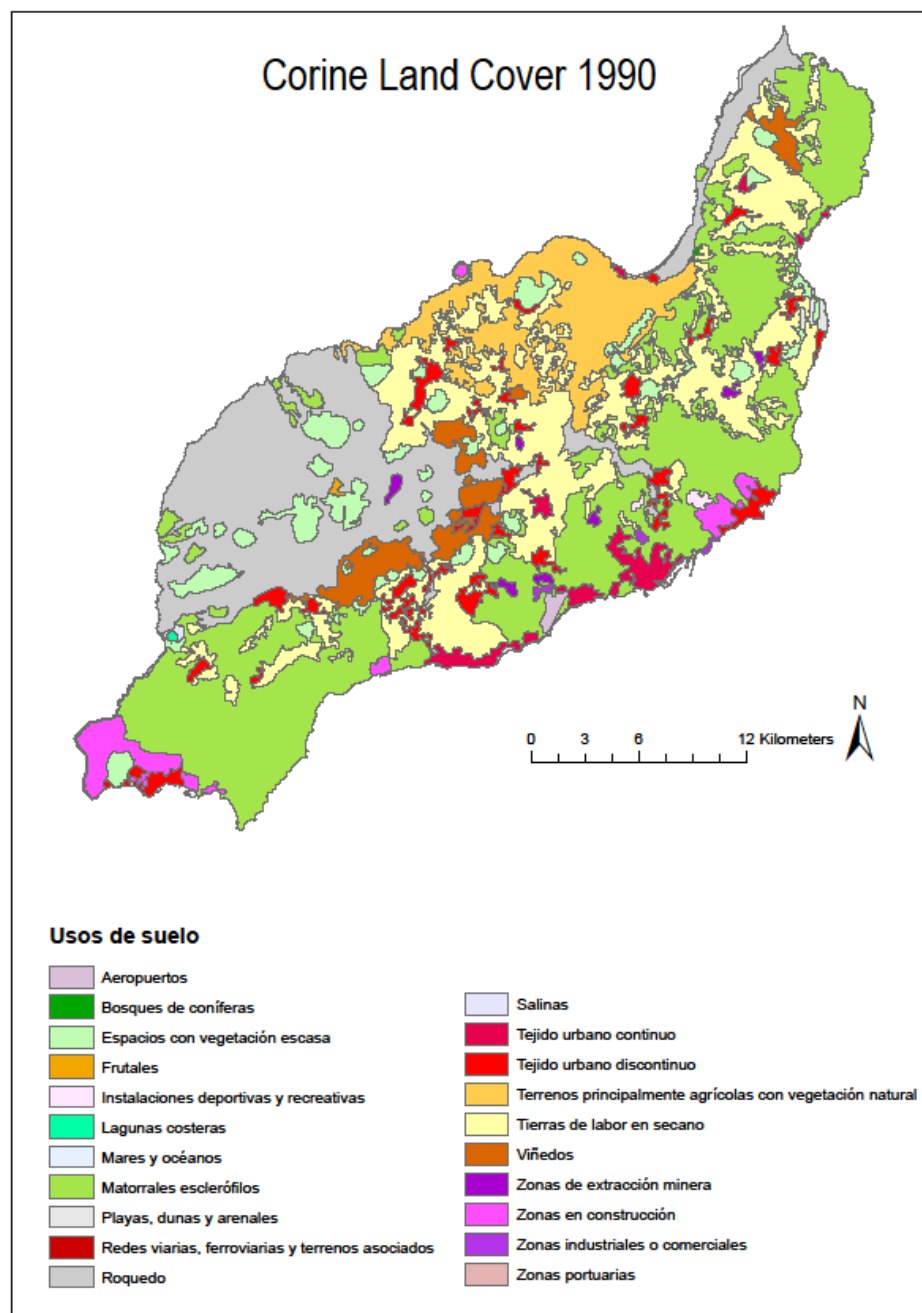


Fig. 21. Corine Land Cover 1990. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

-Caso 1: Se detecta, en el año 1990, en Costa Teguise (este de la isla) que al sur de un campo de golf se sitúa un amplio polígono con categoría de zona en construcción, sin embargo, lo que se construye en esa zona es una carretera. Por lo tanto, no ocupa la totalidad del polígono.

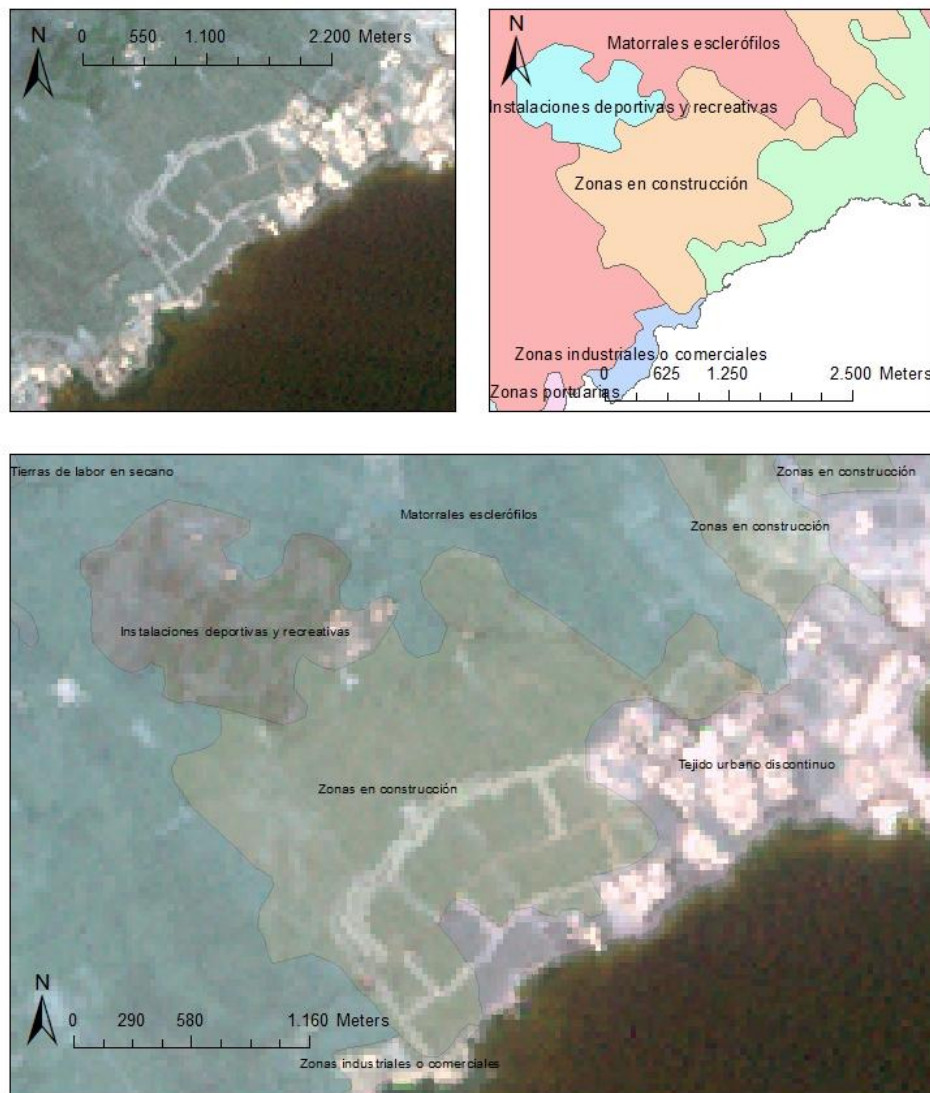


Fig. 22. Caso 1 (1990). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

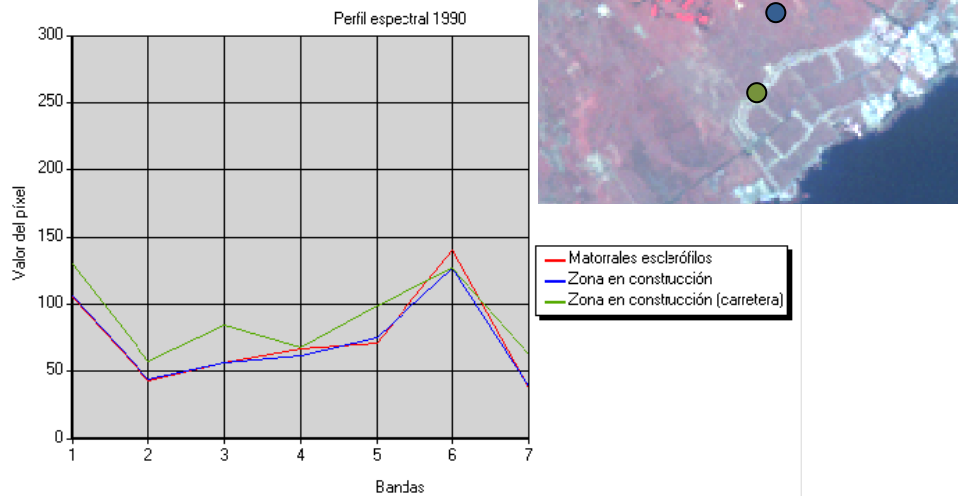


Fig. 23. Perfil espectral (caso 1). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Si nos fijamos en la figura 23 podemos ver que tiene exactamente el mismo perfil espectral la zona que pertenece a matorrales esclerófilos y la zona calificada como zona en construcción. Sin embargo, la muestra, que pertenece al mismo polígono de zona en construcción, tiene un perfil espectral diferente. Esto se debe a que es una muestra de la carretera que está en construcción.

-Caso 2: En la zona sur de la isla, se encuentra Playa Blanca, una zona muy turística. En este caso, se ha sobreestimado nuevamente la zona en construcción. Realmente, en la mitad superior del polígono no hay nada en construcción sino zonas de arenas y poca vegetación. Un posible motivo de la confusión pudo ser la diferencia de escalas o de digitalización, ya que en la figura 24 se pueden llegar a confundir las categorías dependiendo de la escala que tenga el mapa.

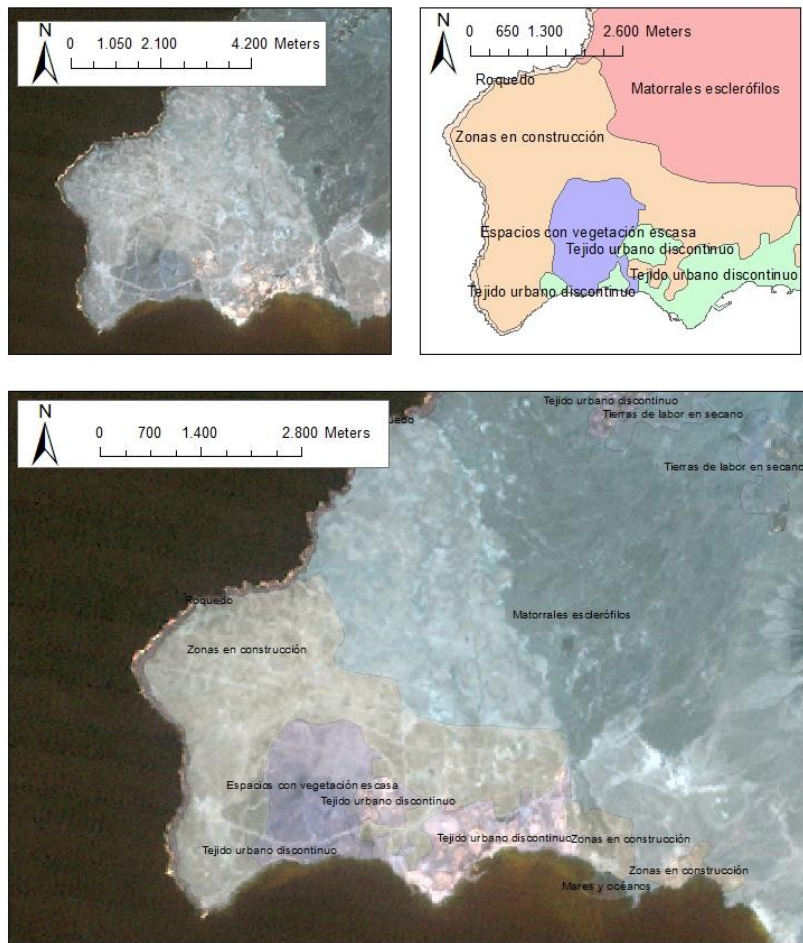


Fig. 24. Caso 2 (1990). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

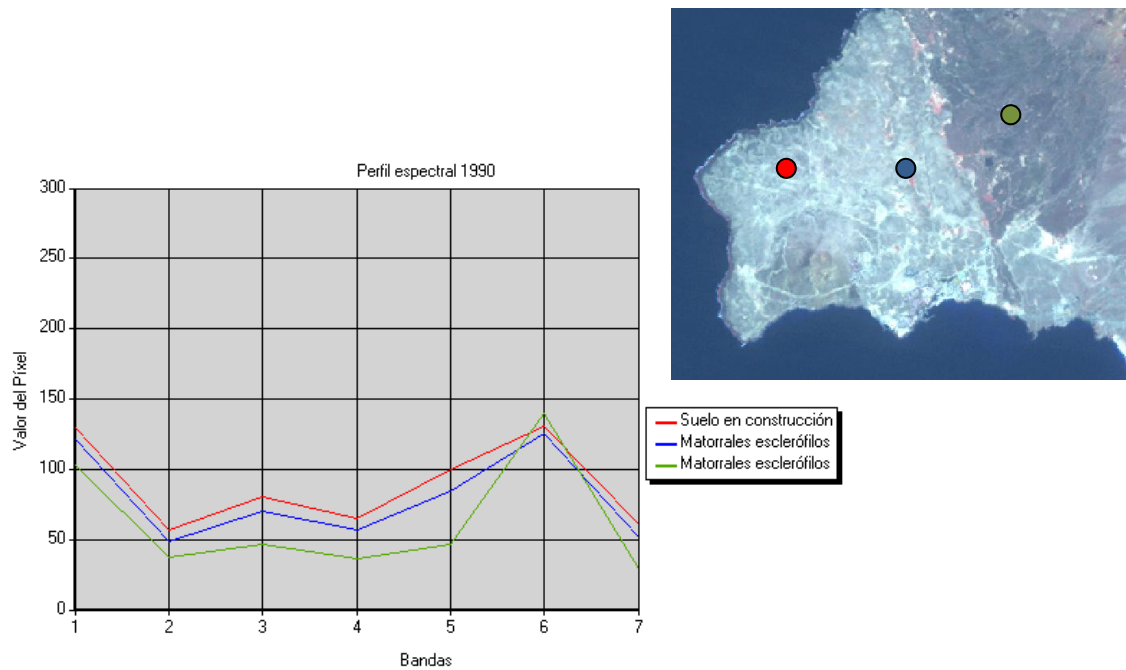


Fig. 25. Perfil espectral (caso 2). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

En la figura 25 apreciamos que el polígono de zona en construcción está mal delimitado, ya que una muestra en cualquier parte de dicho polígono da el mismo perfil espectral que una muestra fuera del polígono (en la zona de matorrales esclerófilos). Por lo tanto, la zona en construcción se limita solo a las carreteras de la zona mientras el resto pasa a pertenecer al polígono de matorrales esclerófilos.

-Caso 3: zona clasificada como matorrales esclerófilos que realmente es tejido urbano discontinuo. (Playa Quemada).

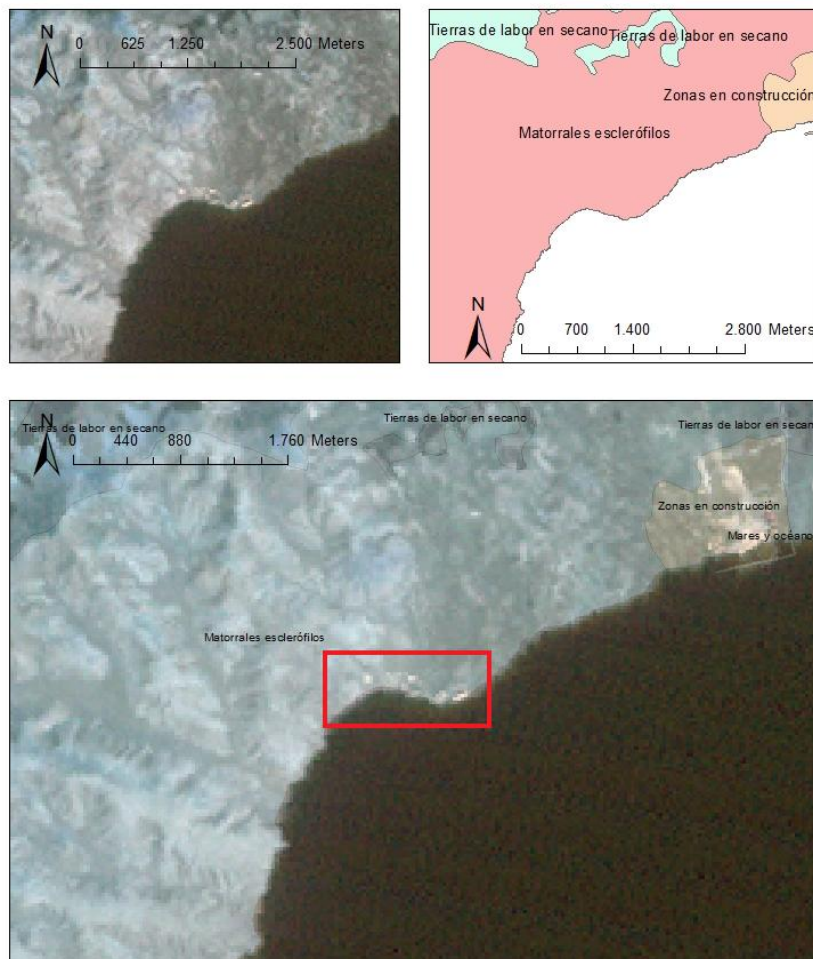


Fig. 26. Caso 3 (1990). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

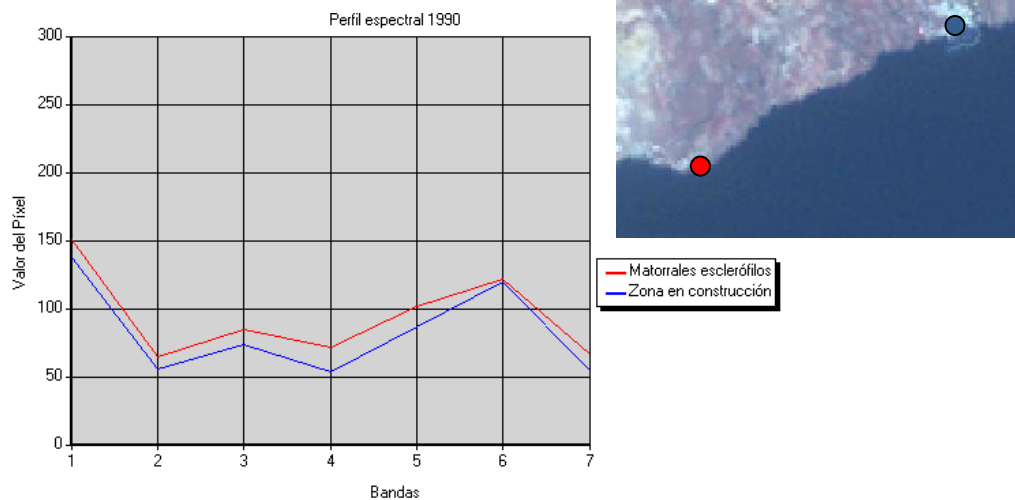


Fig. 27. Perfil espectral (caso 3). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

En este caso ocurre lo mismo que en la figura 24, es decir, dos polígonos no coincidentes en categorización coinciden en perfil espectral, por lo que concluimos que se trata de la misma categoría (zona en construcción o tejido urbano discontinuo). Estas dos clases se asemejan debido a los claros colores que poseen y su alta reflectancia.

Corine Land Cover 2000

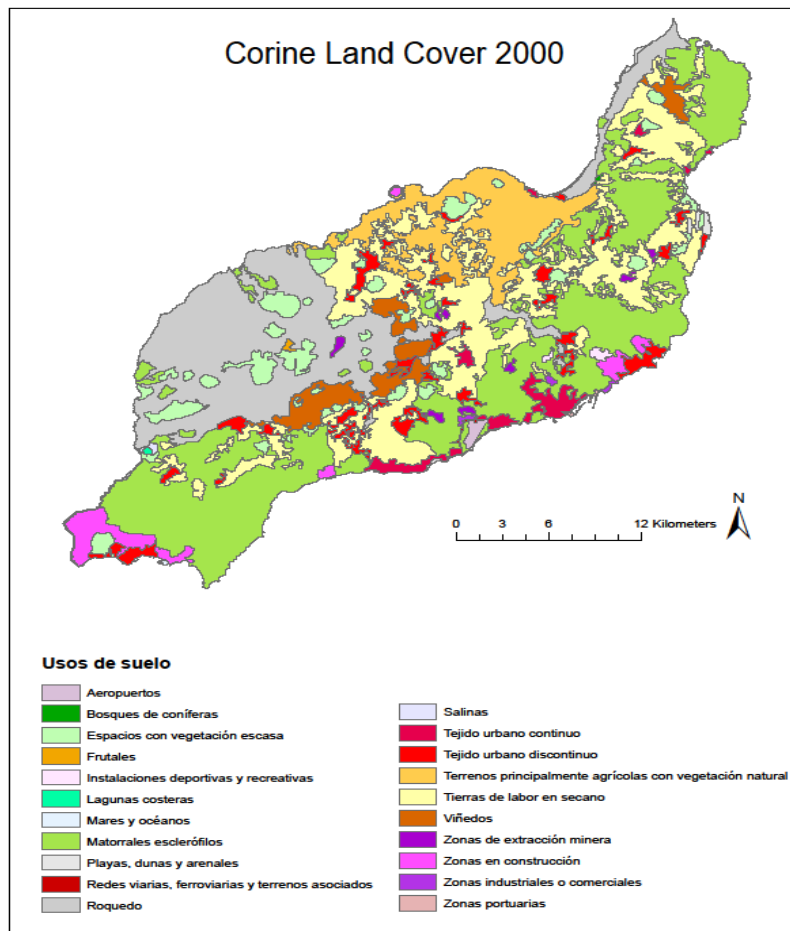


Fig. 28. Corine Land Cover 2000. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

-Caso 1: Continúa en el sur de la isla la categoría de zona en construcción, donde no hay construcción. Es un error que persiste, ya que en la actualidad todavía no hay nada en construcción. Sin embargo, hay caminos rurales, que han podido confundirse con una zona en construcción. Véase figura 24 y 25.

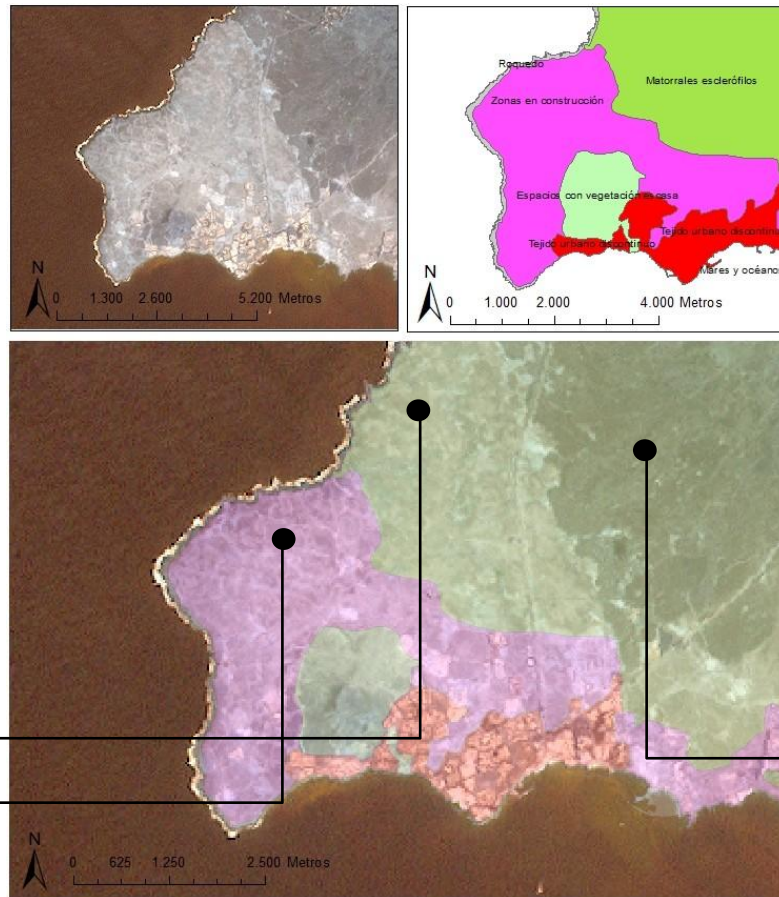


Fig. 29. Caso 1 (2000). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.



Fig. 30. Fotografías de elaboración propia.

-Caso 2: En el sureste de la isla, cerca del aeropuerto, tan sólo se representa una porción muy pequeña de carretera, cuando en la realidad podemos observar el tramo entero de carretera. La categoría de redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados, por lo tanto, está incompleta.

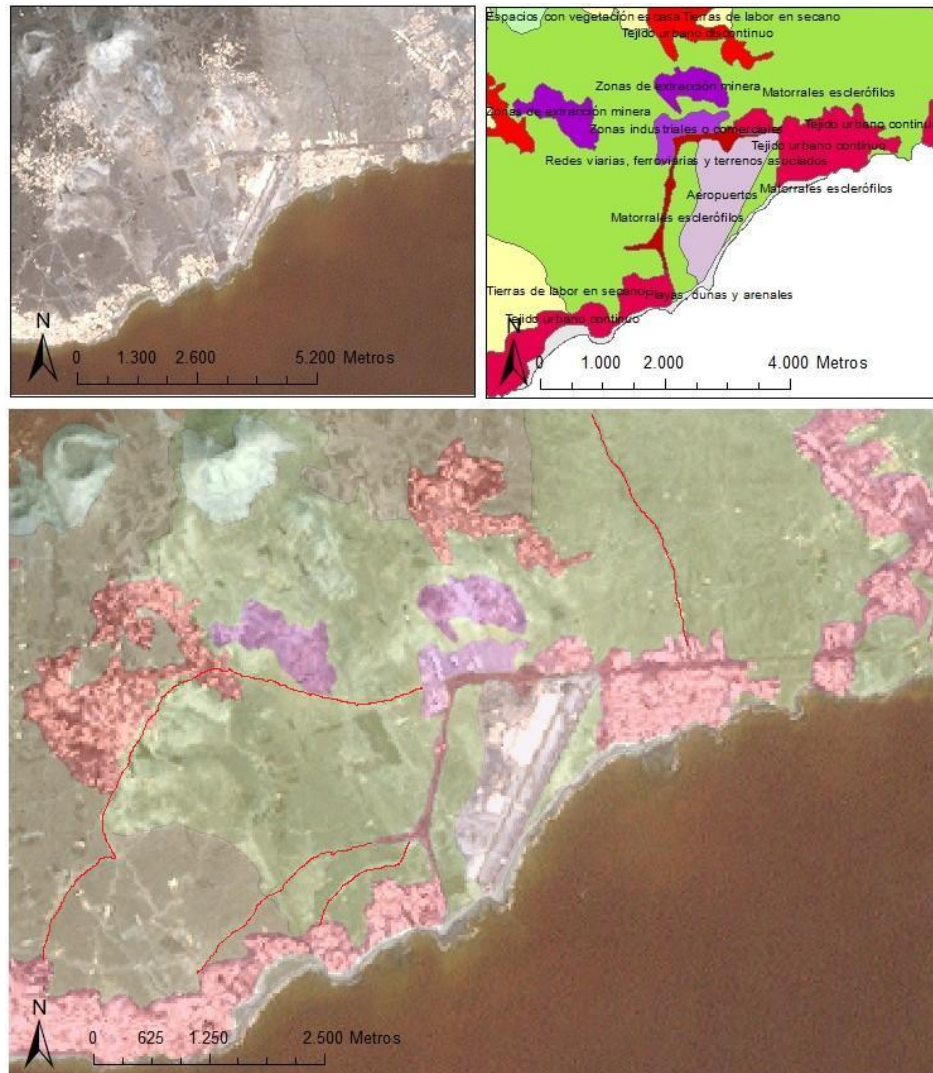


Fig. 31. Caso 2 (2000). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

En este caso, la signatura espectral de la carretera resaltada en la figura 31 y la no clasificada como tal, no eran significativas, debido a la anchura de la carretera y a la baja resolución espacial del satélite, que no permiten detectar únicamente la signatura espectral de la carretera.

-Caso 3: Se sobreestima nuevamente una zona en construcción que únicamente corresponde a una carretera y ésta es englobada en un polígono muy grande. Es la misma zona que aparece en las figuras 22 y 23, pero en este año la construcción ha avanzado y se deforma el polígono de tejido urbano discontinuo.

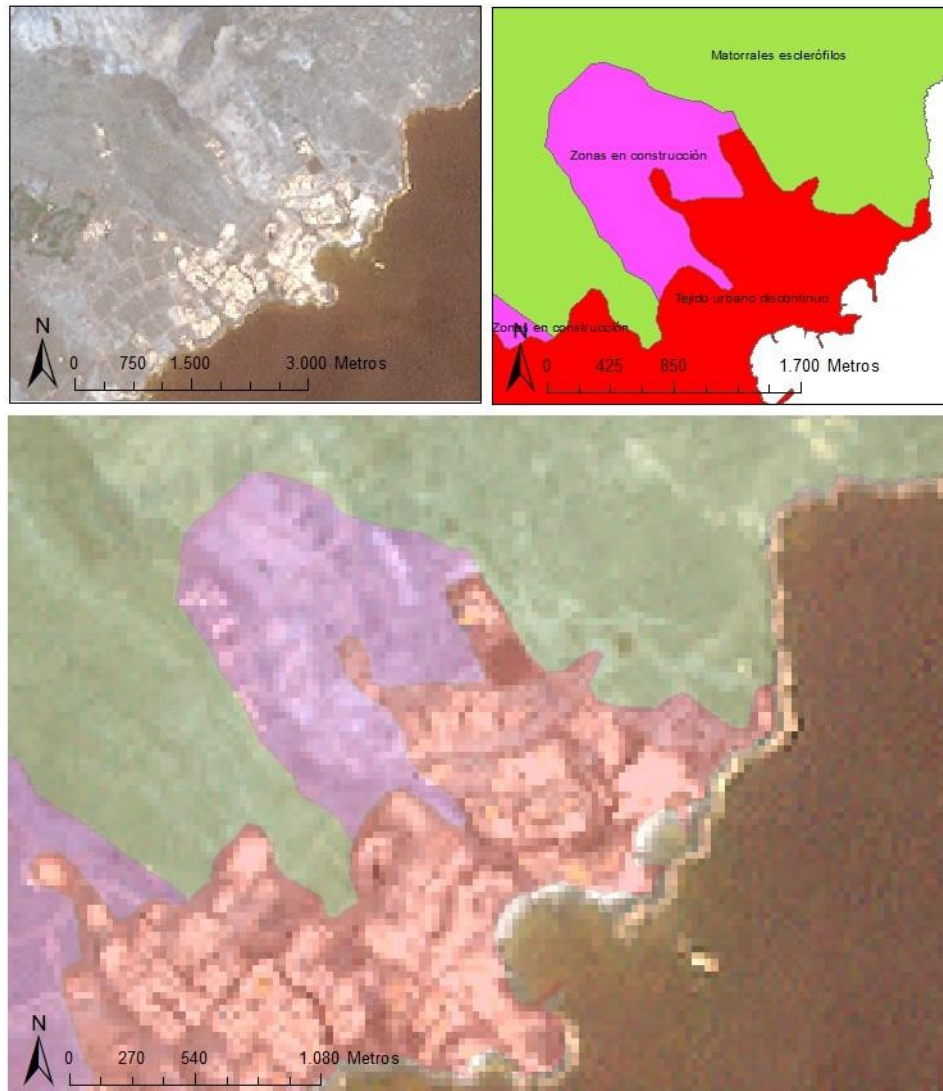


Fig. 32. Caso 3 (2000). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

-Caso 4: Se sobreestima una zona en construcción que únicamente corresponde a una carretera, englobándose en un polígono demasiado grande y general.

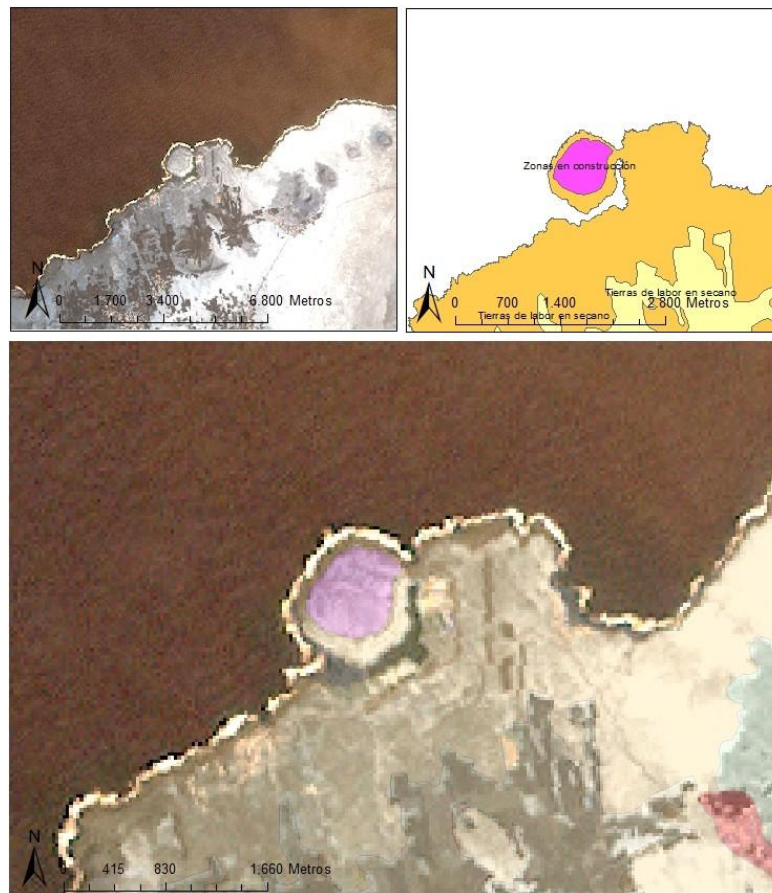


Fig. 33. Caso 4 (2000). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

En la siguiente imagen podemos comprobar que en 2013 lo construido es una carretera que no ocupa la totalidad del polígono. Esta confusión pudo deberse a las manchas que hay en la zona en tonos oscuros, pero para averiguar su origen debería hacerse un trabajo de campo exhaustivo y una investigación más profunda de la zona, que no se han podido realizar.



Fig. 34. Imagen (caso 4). Fuente: Imágenes

Fig. 35. Fotografía de elaboración propia.

©2013 TerraMetrics, Datos de mapa ©2013

Google, basado en BCN IGN España.

Corine Land Cover 2006

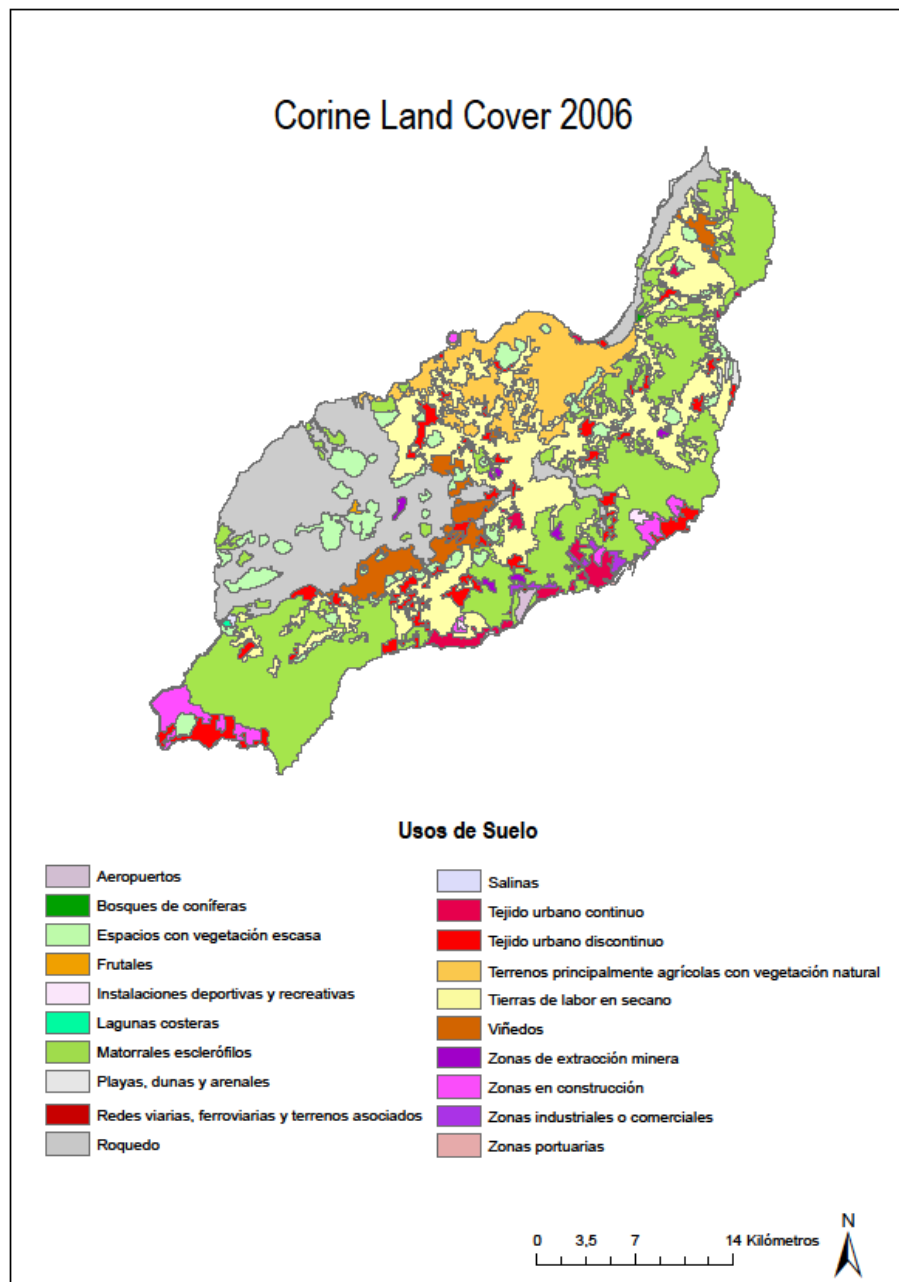


Fig. 36. Corine Land Cover 2006. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

-Caso 1: Existencia de un polígono demasiado grande, de exactamente 6597275.13 m², calificado como zona en construcción, correspondiente a la construcción de carreteras que no ocupan todo el polígono. El resto del polígono que no pertenece a la construcción de la carretera debería estar calificado como matorrales esclerófilos (su polígono adyacente), ya que la signatura espectral coincide en los dos (figura 25).

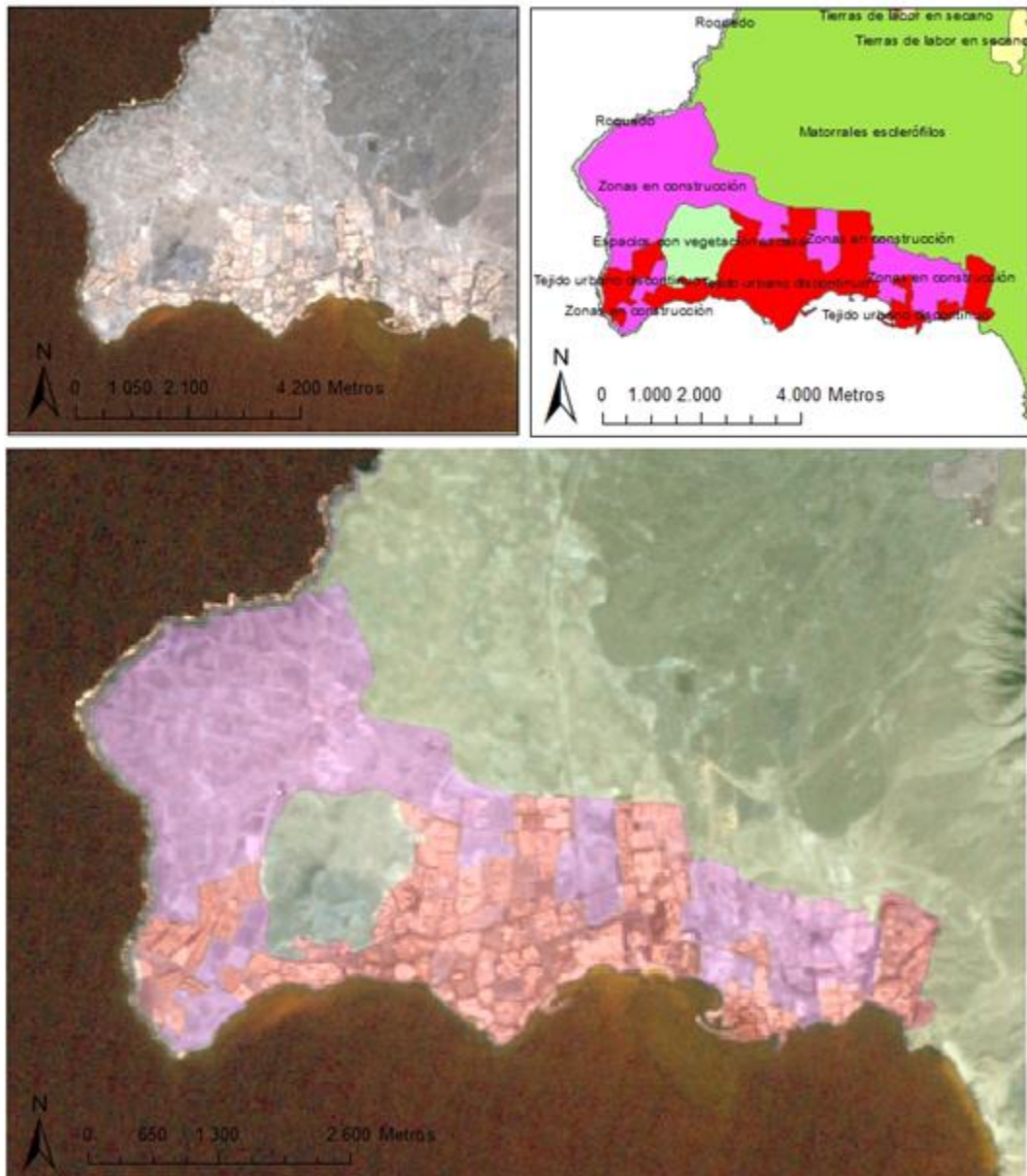


Fig. 37. Caso 1 (2006). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

-Caso 2: Se repite el error de representar solo algunas carreteras, omitiendo sus aledaños igualmente visibles (figura 31).

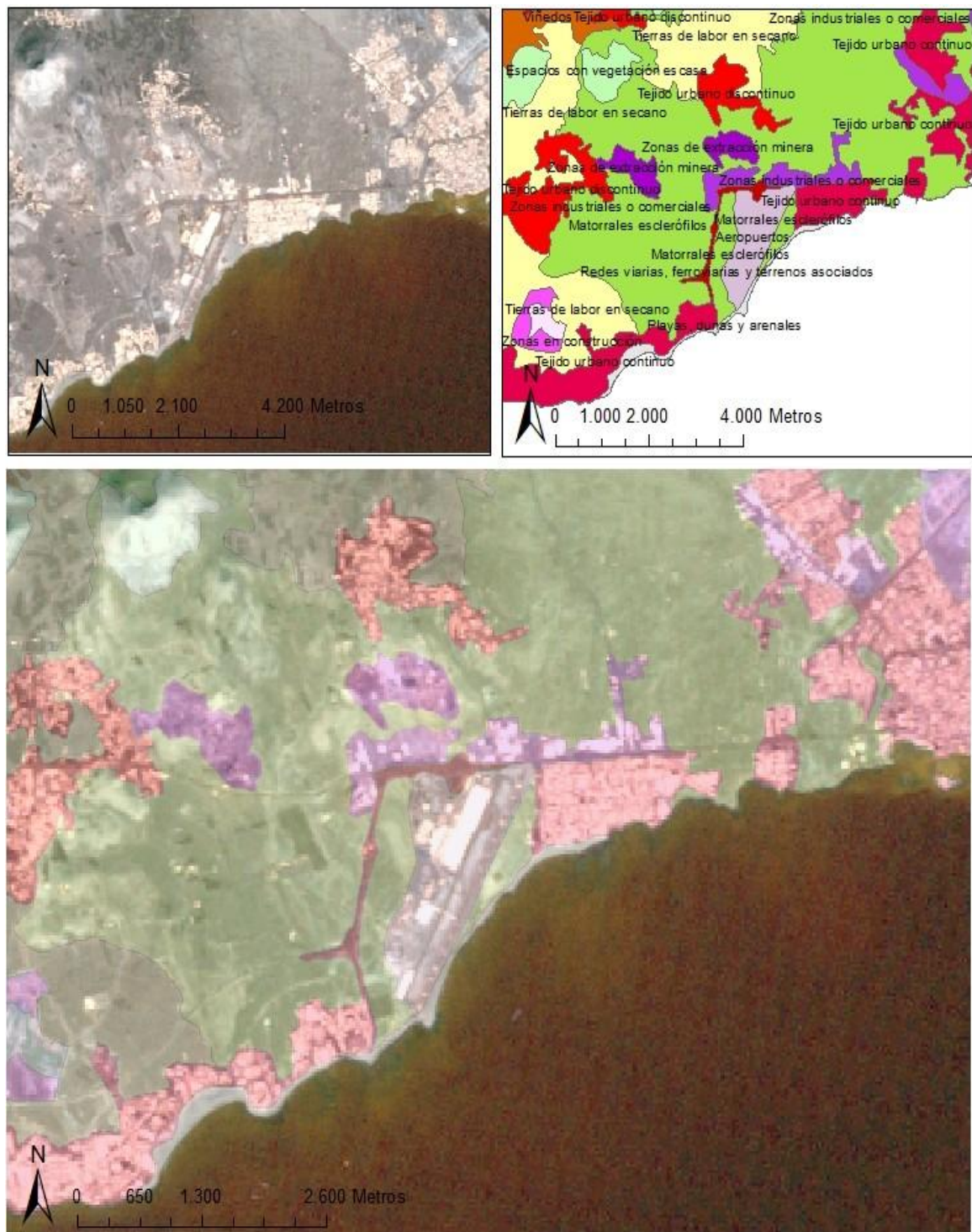


Fig. 38. Caso 2 (2006). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

-Caso 4: La zona calificada como “zona en construcción”, ocupa únicamente construcción de carreteras y abarca demasiada superficie, sumando entre los dos polígonos (de color rosa) un total de 3893464.1 m². Se sobreestima la zona en construcción pasando por alto grandes superficies sin dicho uso.

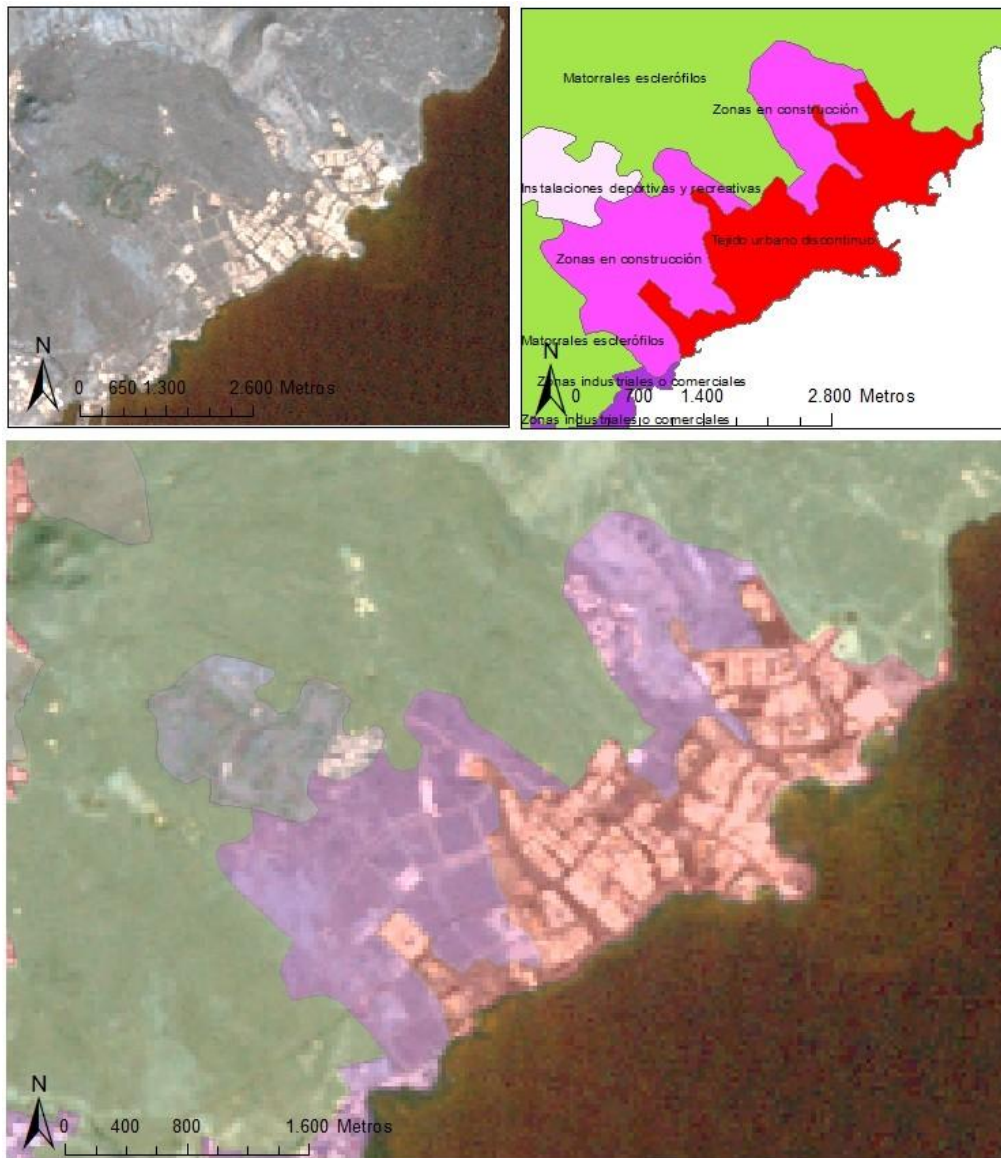
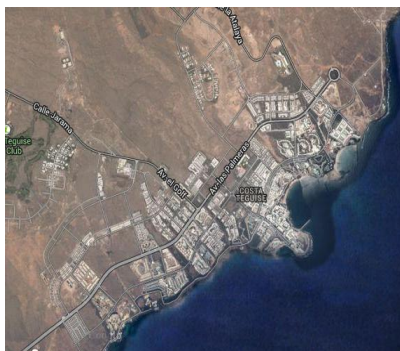


Fig. 41. Caso 4 (2006). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.



La imagen de terraMetrics permite visualizar la sobredimensión de la superficie en construcción.

Fig. 42. Imagen (caso 4). Fuente: Imágenes ©2013 TerraMetrics, Datos de mapa ©2013 Google, basado en BCN IGN España.

14.1. Estudios basándonos en teledetección:

Para la realización de la capa de usos de suelo de 2011 se utilizaron índices y mejoras tanto espectrales como radiométricas, para detectar mejor la diferenciación de clases a partir de la imagen Landsat 5 TM de octubre de 2011.

-IR/R: este índice nos da valores desde cero hasta el infinito. Los valores más próximos a cero corresponden con un nivel bajo de vegetación y los valores más altos corresponden con las zonas de mayor actividad clorofílica. En este caso, los datos variaban desde 0 hasta el 5,22. El color verde corresponde con los valores mayores de 1,04.

Las siguientes imágenes se comparan con la combinación de bandas 4-3-2 que identifica las zonas de vegetación en rojo.

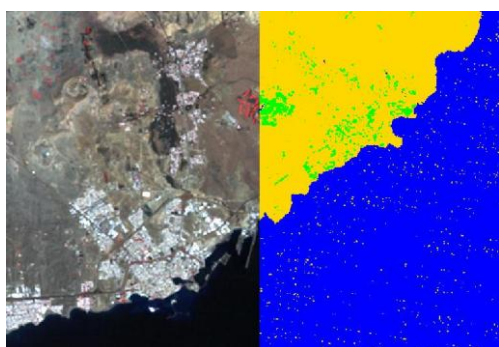


Fig. 43. Elaboración propia. Índice IR/R comparada con imagen Landsat 5TM con la combinación de bandas 4-3-2.

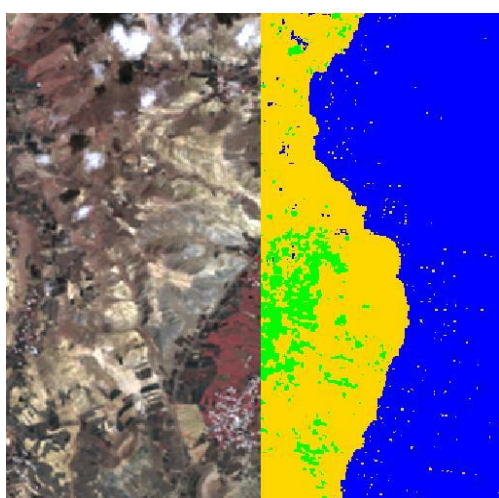


Fig. 44. Elaboración propia. Índice IR/R comparada con imagen Landsat 5TM con la combinación de bandas 4-3-2.

-NDVI: en blanco y negro. Las zonas más oscuras ($NDVI < 0$ indican ausencia de vegetación) y las zonas más claras ($NDVI > 0$ indica que posee vegetación) y cuánto mayor sea el número (más próximo a +1) más vegetación posee. En este caso los valores variaban de -1 a +0,67.

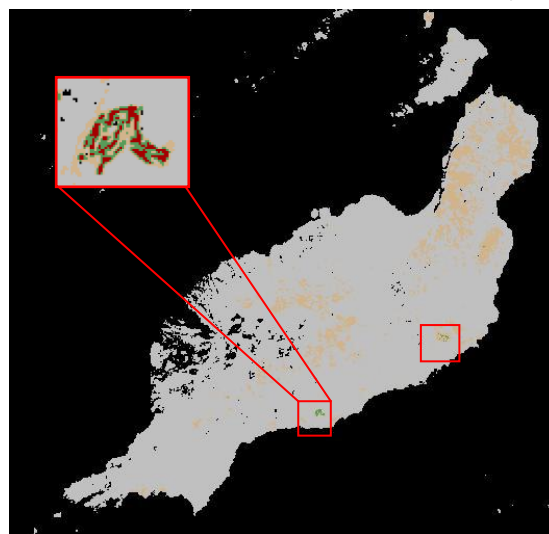


Fig. 45. Elaboración propia. NDVI a partir de una imagen Landsat 5TM.

Todo lo que aparece en color negro es ausencia de vegetación. El color marrón claro representa valores del NDVI de 0 a 0.2, que corresponde con escasa vegetación esclerófila y dispersa. El color verde que se distingue en dos zonas marcadas en un recuadro, corresponde con vegetación con alta actividad clorofílica y en este caso con los dos campos de golf que hay en la isla (valores del NDVI de 0.2 a 0.4). Los valores hasta 0.67 (valores más altos) corresponden con las zonas de los campos de golf más vegetadas y con mayor actividad. En la imagen es inapreciable (color morado).

-IHS to RGB: esta mejora espectral resalta las zonas urbanas. En este caso, las zonas verdes las toma como zona construida y como suelo desnudo y arenas (colores claros).

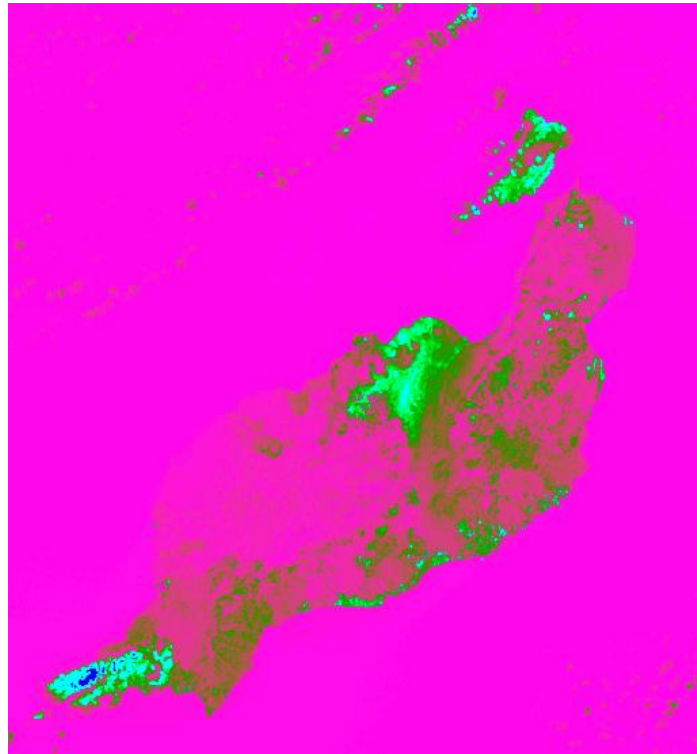
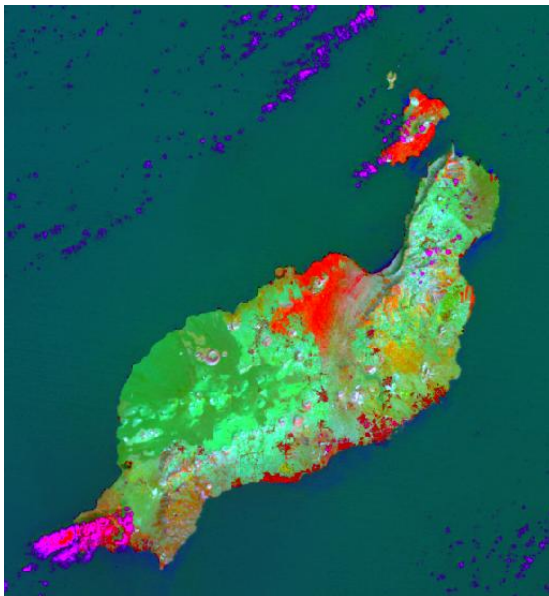


Fig. 46. Elaboración propia. IHS to RGB de una imagen Landsat 5TM.

-Componentes principales: Se diferencian cinco zonas diferentes según sus firmas espectrales. Se identifican las nubes de color rosa, las zonas de arena de color rojo, la zona urbana de color tinto y la zona de suelo desnudo o con vegetación xerófila de color verde.



Además se pueden distinguir zonas a partir de la intensidad del color verde. Las zonas que poseen un verde más intenso (verde césped), son zonas rocosas de material volcánico apenas vegetadas (malpaís). Las zonas de verde claro son zonas con material más arenoso que contienen vegetación esclerófila y dispersa.

Fig. 47. Elaboración propia. Análisis de componentes principales a partir de una imagen Landsat 5 TM.



En esta ampliación de la imagen anterior, vemos cómo se distingue la zona urbana, podemos diferenciar de color azul claro alguna de las carreteras y de un tono verde limón el campo de golf (vegetación con alta actividad clorofílica).

Fig. 48. Elaboración propia. Análisis de componentes principales a partir de una imagen Landsat 5 TM.

Usos del suelo en 2011 utilizando las categorías del Corine Land Cover:

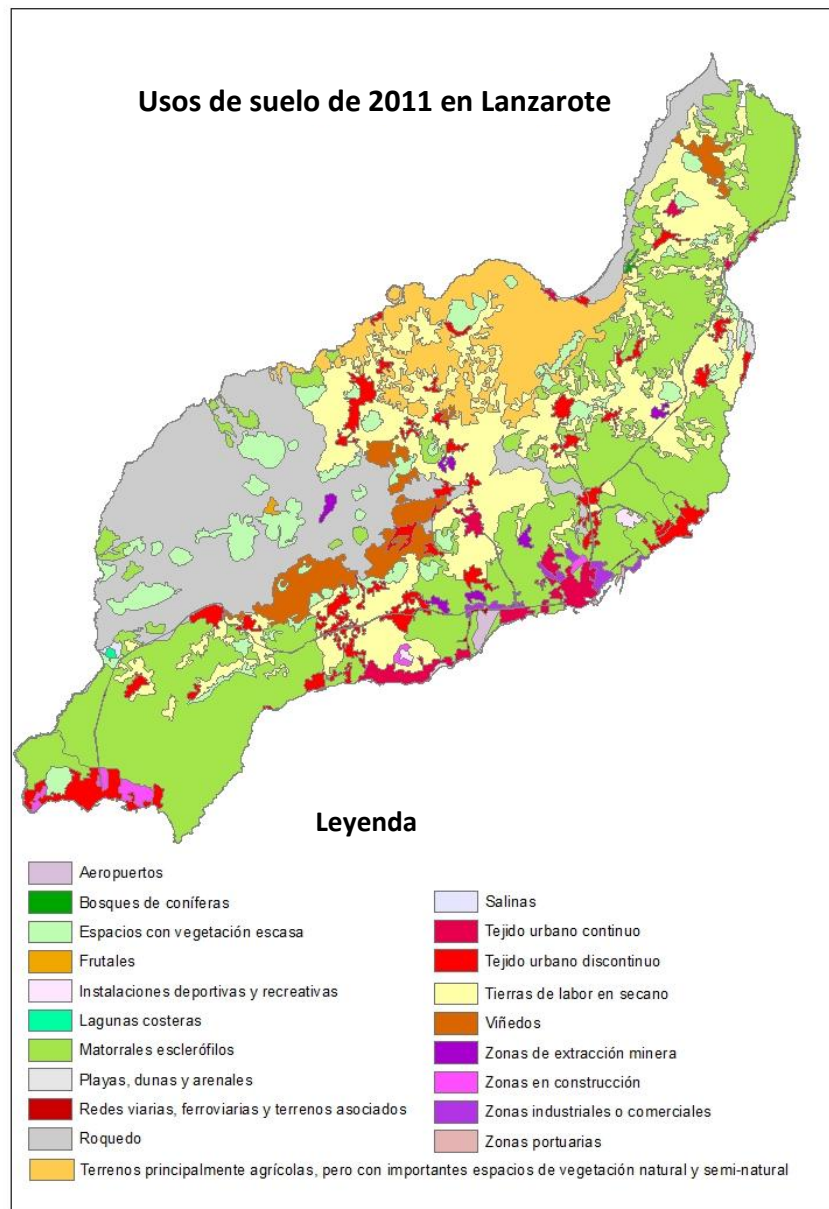


Fig. 49. Usos de suelo 2011. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Ampliación de algunas zonas para mostrar la actualización de las zonas más representativas:

Imagen 1: Para apreciar el cambio véase la figura 37.

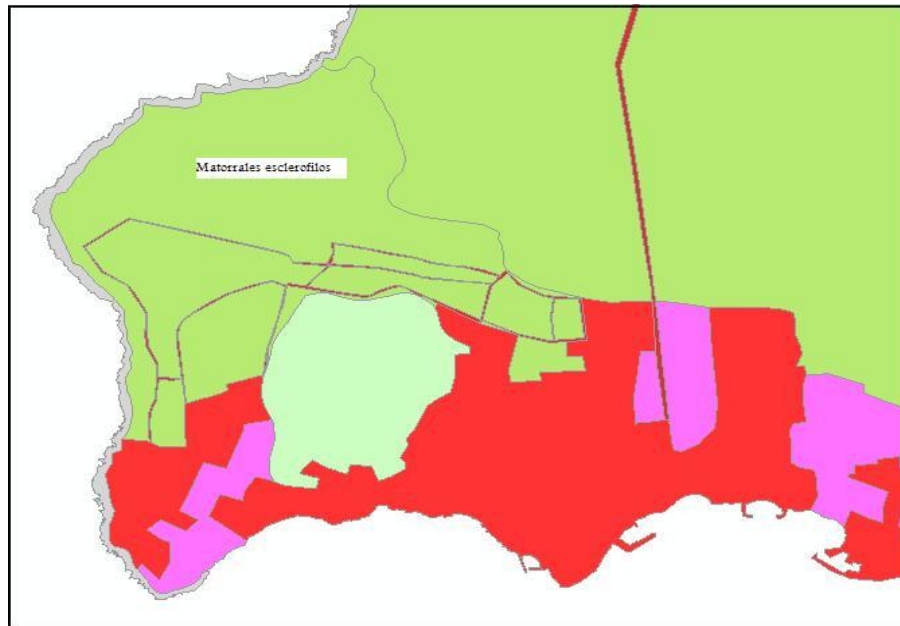


Fig. 50. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

En la actualización ya aparecen las carreteras que anteriormente eran calificadas como zona en construcción.

Imagen 2: Compárese con la figura 38.

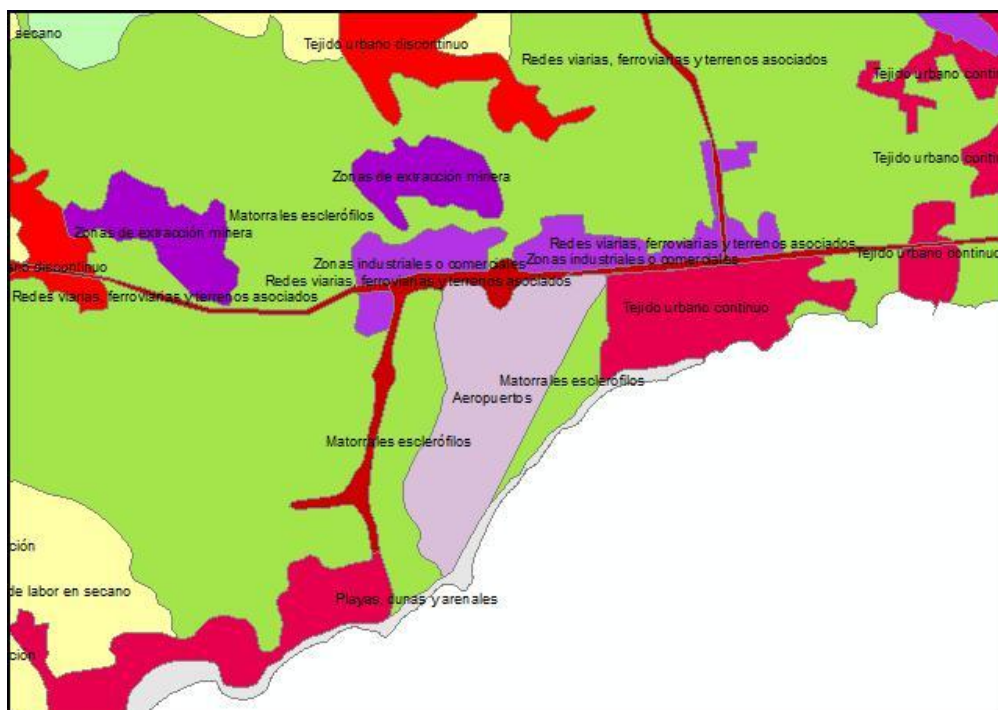


Fig. 51. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Imagen 3: Si nos fijamos en la figura 26, el polígono de tejido urbano discontinuo no aparecía desde el año 1990.

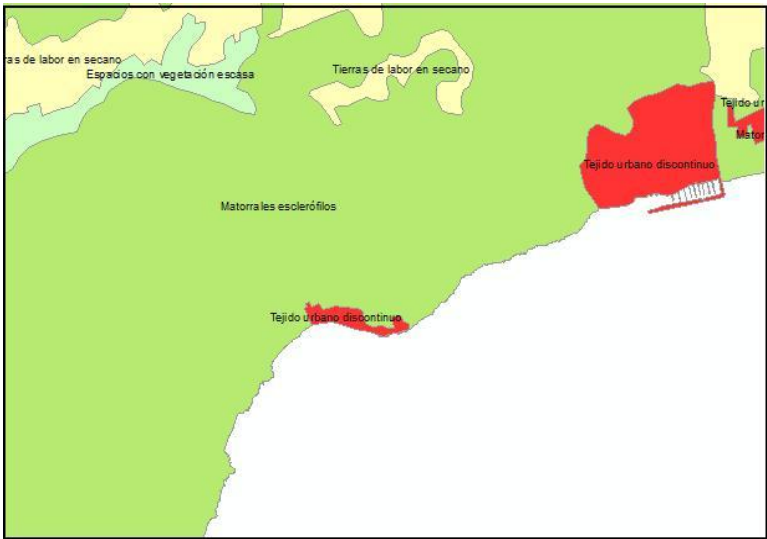


Fig. 52. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Imagen 4: Se muestra la corrección del error de la figura 39.

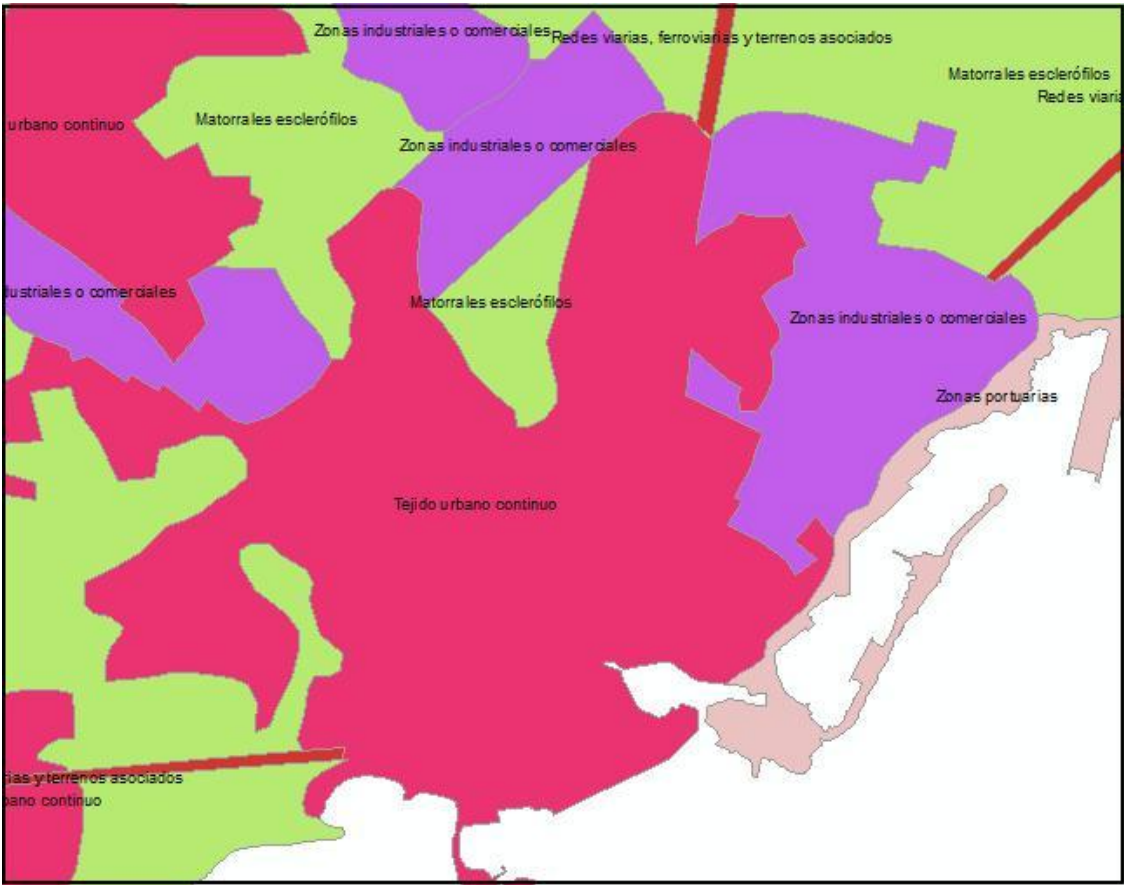


Fig. 53. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Imagen 5: Actualización de la zona de Costa Tegui, en la cual se sobreestimaba la zona en construcción. En 2011 ya estaba construida la pequeña porción real, que eran carreteras (figura 41).

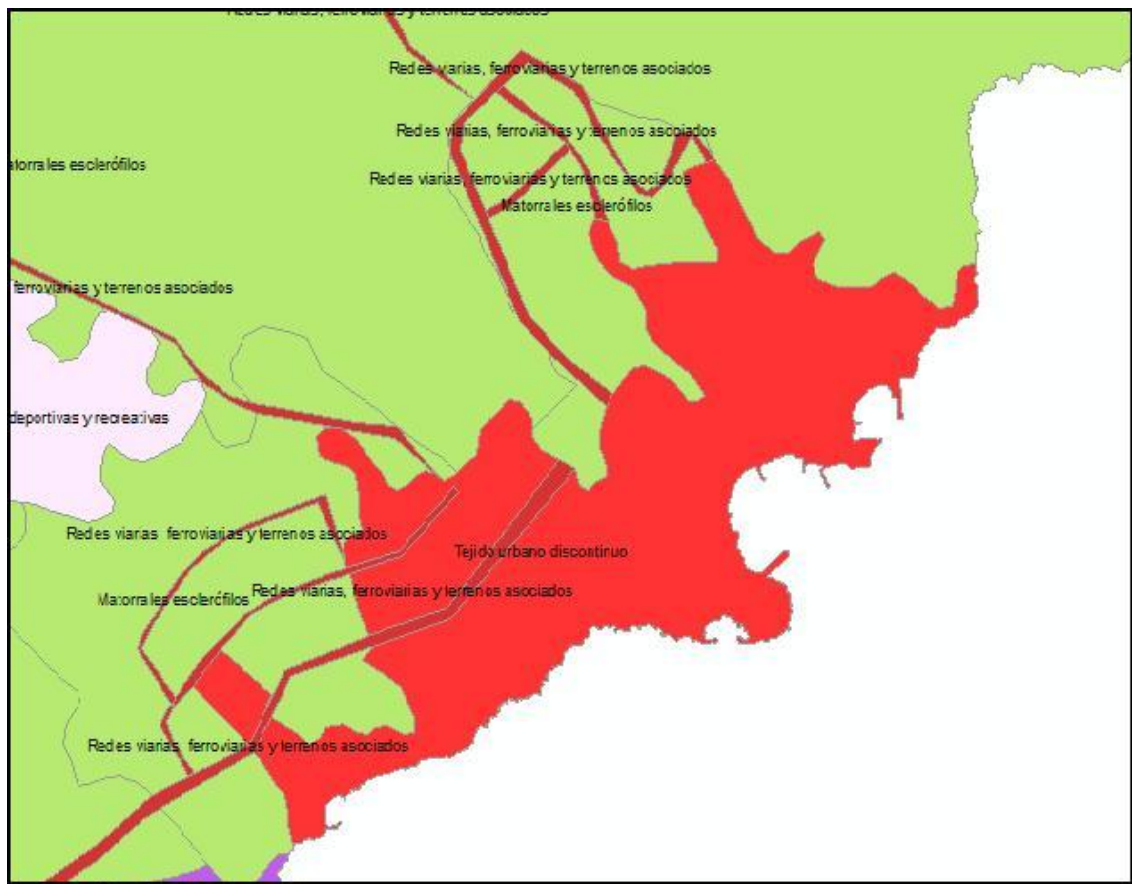


Fig. 54. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Imagen 6: Véase las figuras 33 y 34.

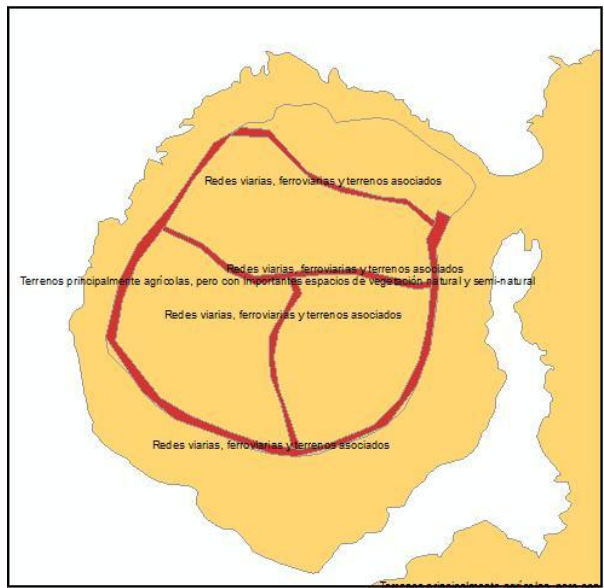


Fig. 55. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Cambios del Corine de 1990 a 2000:

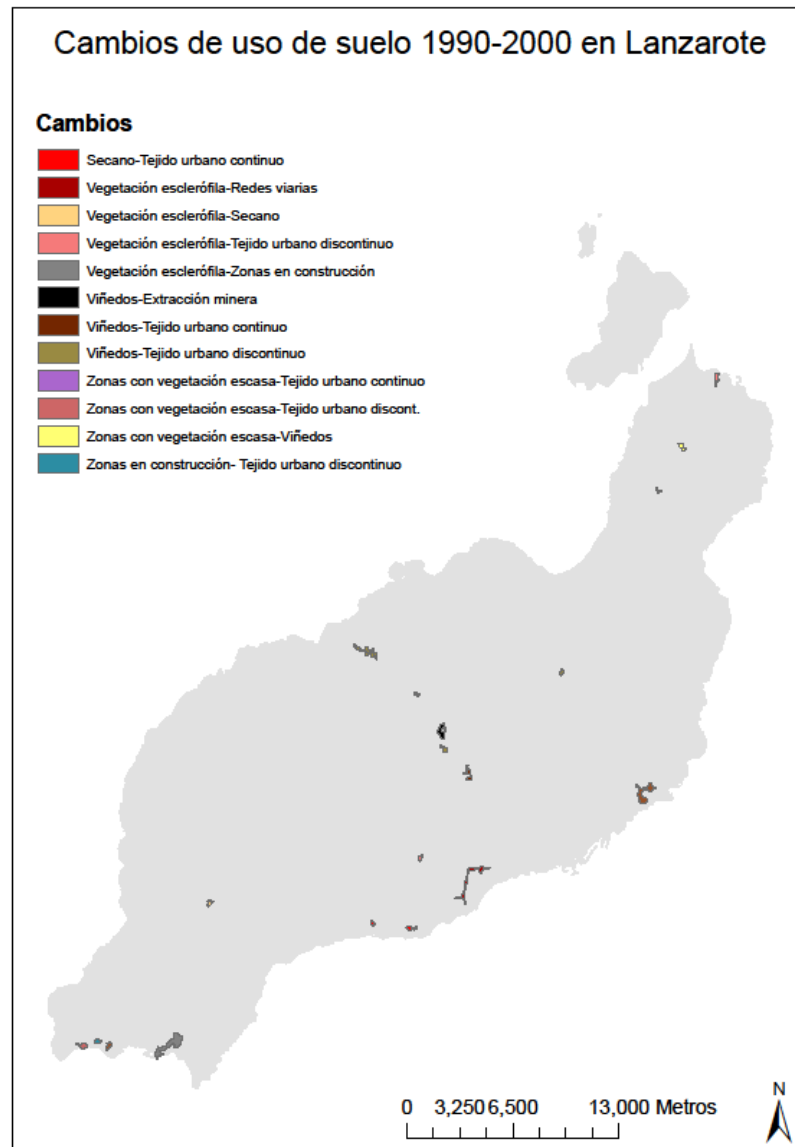


Fig. 56. Cambios (1990-2000). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Los cambios señalados son, en su mayoría, paso de zona con vegetación escasa, viñedos o vegetación esclerófila a tejido urbano continuo, discontinuo, redes viarias o zona en construcción. Son cambios negativos, ya que la isla de Lanzarote está fuertemente protegida y, sin embargo, ha sido construida en demasía. Estos cambios se pueden explicar por el importante incremento de la población en esa década y el incremento de la demanda turística.

Cambios del Corine Land Cover de 2000 a 2006:

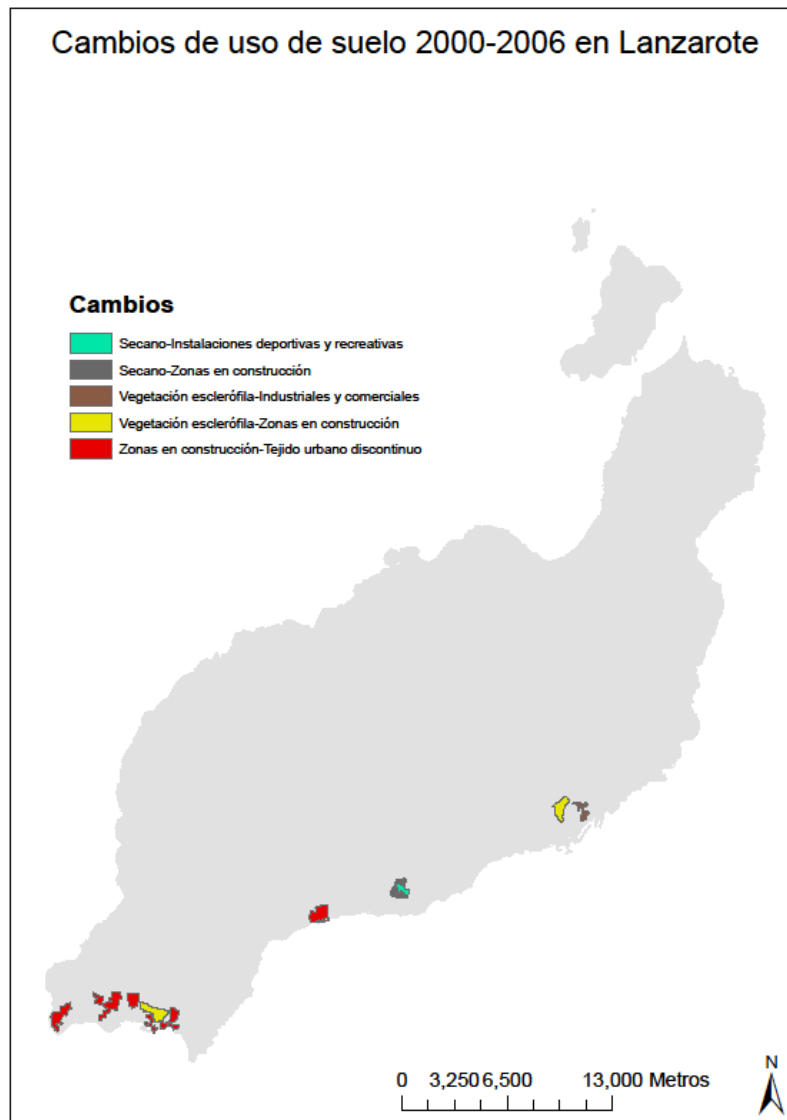


Fig. 57. Cambios (2000-2006). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

En esos 6 años, los cambios han sido también para favorecer la construcción. Pero, en este caso, no ha sido sólo tejido urbano o redes viarias. Se han construido instalaciones deportivas y recreativas y zonas industriales y comerciales. Esto puede explicarse por el aumento del turismo en la isla, ya que los cambios se han desarrollado en Arrecife, Tias y Yaiza (municipios de alta afluencia turística).

Cambios de usos de suelo de Lanzarote de 1990 a 2011:

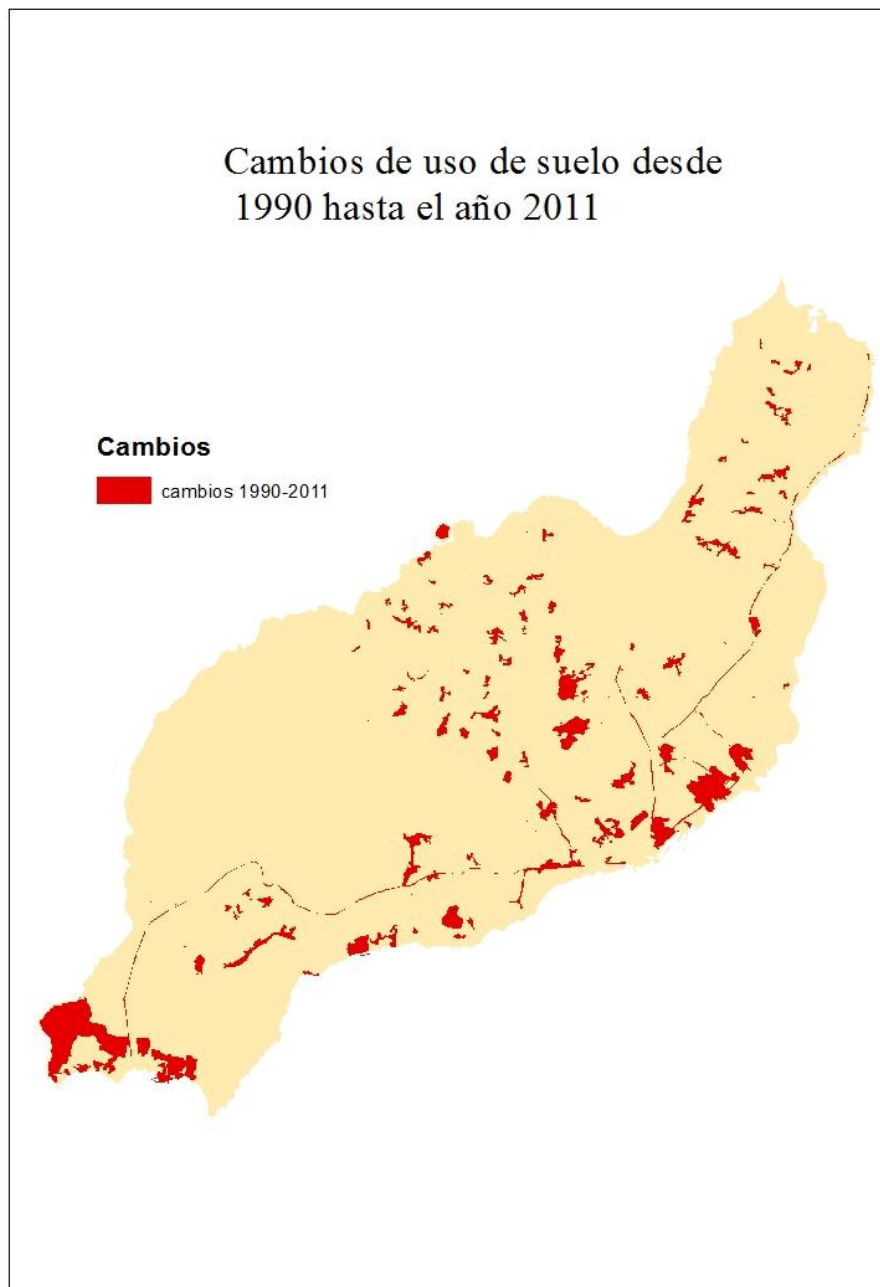


Fig. 58. Cambios (1990-2011). Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Desde el año 1990 hasta el 2011, el uso de suelo de Lanzarote ha cambiado en 4777,80 has. Esto supone que, en 21 años, los usos de suelo de la isla han cambiado un 5,64% y el 100% de los cambios fueron negativos ya que fueron hacia suelo urbano, infraestructuras viarias, zonas comerciales e industriales y extracción minera. Sólo un 11,76 % de los cambios fueron positivos (viñedos y secano), pero no tienen relevancia ya que el uso anterior era vegetación de otro tipo.

15. Conclusiones:

Tras realizar este estudio, utilizando el Corine Land Cover como capa de análisis, imágenes de satélite, fotografías aéreas y trabajo de campo, hemos podido comprobar que dicha capa, en la isla de Lanzarote, contiene inexactitudes a grandes escalas en ciertas zonas que ya hemos señalado. Muchas de estas inexactitudes se basan en clasificar como “zona en construcción” amplias zonas que no lo eran, debido sobre todo, a que estas zonas fueran ocupadas por infraestructuras viarias, tales como carreteras, y se englobaban en un polígono generalizando la zona y, por consiguiente, dando información falseada. Por ello, hemos concluido que el Corine Land Cover es una clasificación de usos de suelo adecuada para estudios de zonas a pequeña escala. Si se utiliza esta clasificación para un análisis de una zona a gran escala, se recomienda, a priori, una revisión y corrección de posibles discordancias con la realidad de la zona. En este caso, el CLC ha sobreestimado la superficie urbanizada o en construcción.

Algunos de los “errores” encontrados en este análisis tienen que ver con el intérprete que lo haya hecho, ya que algunas zonas clasificadas como “tejido urbano continuo o discontinuo”, son difícilmente distinguibles. En las instrucciones de la elaboración del CLC, se han encontrado los parámetros para diferenciar el “tejido urbano discontinuo” del “continuo”. El tejido urbano continuo es aquel en el cual más del 80% del polígono está construido (engloba zonas artificiales, carreteras, edificios...). Sin embargo, en el tejido urbano discontinuo, no especifican un porcentaje de construcción, sino que únicamente hacen referencia a ellos como zonas construidas asociadas a áreas con vegetación, suelo desnudo... Los criterios para distinguir entre uno y otro no están claros, por esta razón, la clasificación de “tejido urbano discontinuo” depende exclusivamente del intérprete que lo haya realizado o que el criterio para clasificarlo se base en el uso de suelo “urbanizado” que no es coincidente con el suelo en construcción (ya iniciado).

Además, este estudio nos ha permitido conocer cómo y cuánto han evolucionado los usos de suelo de la isla de Lanzarote desde el año 1990 hasta el año 2011 (capa final elaborada en este estudio). Los cambios totales en ese periodo de tiempo ocuparon una superficie de 4.777,81 hectáreas, lo que supone un 5,64 % de la superficie de la isla. Entre los años 1990 y 2000, los cambios que se produjeron fueron básicamente negativos para la isla, ya que se pasó de zonas con vegetación escasa, esclerófila o viñedos, a tejido urbano discontinuo, continuo, redes viarias o zonas en construcción. Teniendo en cuenta la protección que tiene la isla (en lo que a nivel legislativo se refiere), son cambios perjudiciales a nivel ecológico, y beneficiosos a nivel económico, ya que la mayoría de estos cambios se han producido en zonas turísticas. Los cambios producidos entre los años 2000 y 2006, aumentaron las zonas industriales y comerciales y las zonas recreativas y deportivas. Estos cambios ocurrieron en su totalidad en municipios con alta afluencia turística. Dichos cambios no serían tan impactantes si la isla contara con menor protección ambiental, sin embargo, la isla es Reserva de la Biosfera y contiene LICs, ZEPAs y un gran número de Espacios Naturales Protegidos, por lo tanto, se consideran un impacto negativo para Lanzarote.

16. Bibliografía:

ACOSTA HERNÁNDEZ, A. D. *Facultades de intervención administrativa del Cabildo Insular en el control de la oferta alojativa turística Lanzarote*. 2003.

ANCOCHEA E. y BRÄNDLE J. L. *Geología de España. Características composicionales del vulcanismo canario*. 2004.

ANGUITA, F. y HERNÁN, F., The Canary Islands origin; a unifying model. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2000.

ANGUITA, F. A. y HERNÁN, F., A propagating fracture model versus a hot spot origin for the Canary Islands. *Earth and Planetary Science Letters*. 1975.

ARAÑA V. Y CARRACEDO J: *Los Volcanes de las Islas Canarias II, Lanzarote y Fuerteventura*. Editorial Rueda. Madrid. 1979

ARECHAULETA, A., RODRÍGUEZ, S., ZURITA, N. García (en español). *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*. 2009. Gobierno De Canarias. pp. 579. 2010.

BARREIRA GONZÁLEZ, P., GONZÁLES CASCÓN, V. y BOSQUE SENDRA, J., *Detección de errores temáticos en el CORINE Land Cover a través del estudio de cambios: Comunidad de Madrid (2000-2006)*. 2012.

BRAMWELL, D. *Flores Silvestres de las Islas Canarias*. Editorial Rueda. Madrid, 1990.

CAUJAPÉ CASTELLS, J. *General Gst and ϑ inflation due to biased intra-population sampling, and its consequences for the genetic conservation of the Canarian Flora*. *Conservation Genetics*, 11: 709-720. 2010

CAUJAPÉ CASTELLS, J. *La flora endémica terrestre canaria en la sociedad de la información: una visión molecular*, el periódico del museo elder enero 2011 nº 01.

DOMÍNGUEZ, J y MORENO, C. *El poblamiento de Lanzarote*, Cabildo de Lanzarote, 2002.

DORTA ANTEQUERA, P. *Catálogos de riesgos climáticos en Canarias: Amenazas y vulnerabilidad*, Departamento de Geografía, La Laguna, 2007.

FUSTER, J.M., FERNANDEZ, S., SAGREDO, J. *Geología y Vulcanología de las Islas Canarias, Lanzarote*. C.S.I.C., Madrid. 1968.

GONZÁLEZ MORALES A. *Las Articulaciones entre el espacio rural y el espacio turístico en la isla de Lanzarote*. 2001-2002.

GONZÁLEZ MORALES, A. *La industrialización en la isla de Lanzarote: Aproximación al modelo de transición económica*". IV Jornadas de Estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura. Cabildo de Lanzarote. 1995.

GONZÁLEZ MORALES, A., et al. *Geografía. Historia General de Lanzarote. I*. Cabildo de Lanzarote. Arrecife. 2002.

GONZÁLEZ MORALES, A., HERNÁNDEZ J. y SOBRAL GARCÍA, S. *El cambio en el Modelo Territorial de la Isla de Lanzarote 1970-2004*.

MÁYER SUÁREZ, P. y MARZOL JAÉN, M.V. *Consecuencias territoriales de las lluvias torrenciales en Canarias*, Universidad de La Laguna, 2011.

PALLARÉS PADILLA, A. *Nuevas aportaciones al conocimiento de la erupción de Timanfaya, Lanzarote*. Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote. 2007.

RAMÍREZ TORRECABOTA, P. *Análisis de los principales indicadores sobre la inmigración, por municipios: Lanzarote, 1986-1991*.

RIVAS MARTÍNEZ, S. *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400.000*. 268 pp. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 1987.

Cabildo de Lanzarote, *Lanzarote en la Biosfera. Una estrategia hacia el desarrollo sostenible de la isla*. 1998. Ed. Consejo de la Reserva de la Biosfera, Arrecife.

Cabildo de Lanzarote, *Plan Insular de Ordenación Territorial*, 1991. *La Revisión del Plan Insular de Ordenación Territorial*, 2000.

Cabildo de Lanzarote. *Documento de Aprobación Inicial de la Revisión del Plan Insular de Ordenación Territorial*. 2002.

Cabildo de Lanzarote. *Plan de Acción Cultural de Lanzarote 2020. Una reflexión estratégica*. 2011.

Energía eólica en Lanzarote. Producción según mes y parque eólico (2011), Centro de datos de Lanzarote.

Gobierno de Canarias, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, *Estudios para la preparación y redacción del proyecto piloto de actuación sobre paisaje canteras y roferos*, Lanzarote, Fase I, 2004.

Gobierno de Canarias, Consejería de Medio Ambiente. Estudio para la preparación y redacción del proyecto piloto de actuación sobre paisaje. Canteras y roferos. Lanzarote. Fase I, 2004.

Gobierno de Canarias. *Documento de avance, Memoria II, Plan Territorial Especial de grandes equipamientos comerciales de la isla de Lanzarote*, 2010.

Instituto Canario de Estadística (ISTAC): *Encuesta de Población*. Canarias 1996. Editado por ISTAC. Matrimonios, nacimientos y defunciones.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. *Evaluación preliminar de riesgos de inundación y selección de áreas con riesgo potencial significativo en zonas costeras de la demarcación hidrográfica de Lanzarote*, 2011.

Páginas web:

www.cabildodelanzarote.com

www.datosdelanzarote.com

www.glcfc.umd.edu

www.ign.es

www.ine.es

www.lanzarotenatural.org

www.turismolanzarote.com/reserva_biosfera.jsp